

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Liberec 2012**

**Bc. Jan Šedivý**

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: N3108 Průmyslový management

Studijní obor: 3106T013 Management jakosti

### **ŘÍZENÍ A ZLEPŠOVÁNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ POMOCÍ PRINCIPŮ ŠTÍHLÉ VÝROBY**

### **MANAGEMENT AND IMPROVEMENT OF MANUFACTURING PROCESSES USING PRINCIPLES OF LEAN PRODUCTION**

Bc. Jan Šedivý

KHT - 058

**Vedoucí diplomové práce:** Ing. Michal Moravec

**Rozsah práce:**

Počet stran ..... 78

Počet obrázků ..... 13

Počet tabulek ..... 21

Počet grafů ..... 13

Počet stran příloh ..16

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan ŠEDIVÝ**  
Osobní číslo: **T09000111**  
Studijní program: **N3108 Průmyslový management**  
Studijní obor: **Management jakosti**  
Název tématu: **Řízení a zlepšování výrobních procesů pomocí principů štíhlé výroby**  
Zadávající katedra: **Katedra hodnocení textilií**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- 1) Popište hlavní zásady principů štíhlé výroby
- 2) U vybraného výrobního procesu proveďte analýzu současného stavu
- 3) Navrhněte a aplikujte nástroje pro redukci zjištěných nedostatků
- 4) Vyhodnoťte dosažené výsledky zavedených principů "štíhlé výroby"



Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

50 - 60 stran

Forma zpracování diplomové práce:

tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. KOŠTURIÁK, JÁN - FROLÍK, ZBYNĚK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 8086851389.
2. LIKER, J. K. (2008) Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-173-7.
3. IMAI, M.: KAIZEN metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. Computer Press, Brno, 2004. 15 s. ISBN 80-251-0461-3
4. JIRÁSEK, J. : Štíhlá výroba. Praha: Grada Publishing, 1998. 208 s.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Michal Moravec**

Tyco Electronics Trutnov s.r.o.

Konzultant diplomové práce:

**Ing. Vladimír Bajžík, Ph.D.**

Katedra hodnocení textilií

Datum zadání diplomové práce:

**29. října 2010**

Termín odevzdání diplomové práce:

**2. května 2011**

prof. RNDr. Aleš Linka, CSc.

děkan



Ing. Vladimír Bajžík, Ph.D.

vedoucí katedry

V Liberci dne 1. listopadu 2010

Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

Katedra hodnocení textilií

V Liberci dne 29. 4. 2011

**Žádost o změnu termínu odevzdání diplomové práce**

Žádám o změnu termínu odevzdání diplomové práce z 2. Května 2011 nově na 9. května 2012.

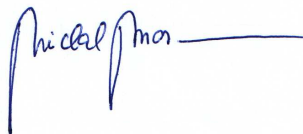
Důvod odkladu odevzdání: Nadměrné zatížení v zaměstnání a přesun výroby, ke kterému se vztahuje tato diplomová práce.

Děkuji za vyřízení.

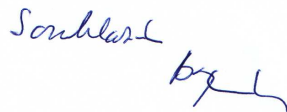
Jan Šedivý



Vyjádření vedoucího práce



Vyjádření vedoucího katedry



# Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich

skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Michalu Moravcovi za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování mé diplomové práce. Můj dík patří také kolegům v podniku Tyco Electronics EC Trutnov s.r.o. za podporu v průběhu celého studia.

## **Anotace**

Hlavním tématem této diplomové práce je „Zavádění principů štíhlé výroby“ v podniku Tyco Electronics EC Trutnov s.r.o. První část se zaměřuje na teorii štíhlé výroby. Zde je popsána historie „štíhlé výroby“ a její význam. Dále se teoretická část zabývá jednotlivými nástroji, které koncept „štíhlé výroby“ využívá. V praktické části jsou aplikovány některé z nástrojů na výrobě pro obrábění hliníku. Nejdříve se zmapuje celý proces výroby a naleznou se kritická místa. Následně se diplomová práce zaměřuje jen na vybraná kritická místa, která byla identifikována při mapování procesu. Dále se práce zabývá redukcí zjištěných nedostatků. Poslední část se věnuje vyhodnocení účinnosti použitých nástrojů „štíhlé výroby“. Cílem této diplomové práce je nalézt pomocí principů štíhlé výroby zdroje plýtvání a navrhnout řešení pro jejich redukcii.

## **Annotation**

Main topic of the diploma thesis is „Implementation of Lean Production Principles“ in Tyco Electronics EC Trutnov s.r.o. First part discusses the lean production theory. Here, the history and importance of the lean production is described. In addition, the theoretical part engages in individual tools used by the „lean production“ concept. Practical part applies some of the tool to the aluminium processing technology. Firstly, whole production process is mapped and critical points are determined. Subsequently, the diploma thesis focuses only to determined critical points identified during the process mapping. Further, it discusses reduction of found non-compliances. Final part is engaged in assessment of efficiency of the used “lean production” tools. Objective of the diploma thesis is use of the lean production principles for identification of waste sources and proposal of solution for their reduction.

## **Klíčová slova**

Štíhlá výroba; Celková efektivita výrobních zařízení; Rychlá změna; Mapování hodnotového toku.

## **Key words**

Lean production; Overall equipment efficiency; Quick Change Over; Value Stream Mapping.



## Obsah

1	Štíhlá výroba .....	1
1.1	Co je to štíhlá výroba .....	1
1.2	Plýtvání .....	2
1.2.1	Muda nadprodukce .....	3
1.2.2	Muda zásob .....	4
1.2.3	Muda oprav a zmetků .....	4
1.2.4	Muda pohybu .....	4
1.2.5	Muda zpracování.....	5
1.2.6	Muda čekání.....	5
1.2.7	Muda dopravy .....	6
1.2.8	Další zdroje Plýtvání.....	6
1.3	Výhody a nevýhody štíhlé výroby .....	7
1.4	Historie .....	9
2	Základní Lean nástroje, techniky, indikátory. ....	11
2.1	5S.....	11
2.2	Standard work .....	12
2.3	Value Stream Mapping (VSM) .....	14
2.4	Total Productive Maintenance (TPM) .....	15
2.5	Kaizen events .....	16
2.6	Mistake proofing .....	17
2.7	Visual factory .....	20
2.8	QCPC- Quality control process charts .....	22
2.9	OEE – Overall equipment Efficiency .....	23
2.10	SMED.....	24
2.10.1	Analýza .....	27
2.10.2	Návrh řešení.....	27
2.10.3	Realizace opatření ke zlepšení.....	28
2.10.4	Standardizace procesu.....	29
2.10.5	Omezení a rizika při zavádění nástroje SMED.....	29

2.11	Material replenishment and flow- JIT Material flow .....	30
2.11.1	Tahem řízený systém .....	30
2.11.2	Kanban .....	31
2.11.3	Heijunka.....	32
2.11.4	Broadcast pull .....	33
2.11.5	Nepřetržitý proud výroby.....	34
2.12	Cell design.....	35
2.13	3P Proces .....	39
2.13.1	Průběh zavedení 3P .....	41
2.14	Voice of the costumer .....	42
3	Implementace štíhlé výroby.....	44
3.1	Popis firmy TE Connectivity .....	44
3.1.1	Popis firmy Tyco Electronics EC Trutnov s.r.o.....	44
3.2	Výroba HTS .....	44
3.1	Analýza současného stavu pomocí VSM.....	45
3.1.1	Ukázka výpočtu dat pro VSM .....	47
3.1.2	Srovnání zákaznického požadavku a výrobního procesu .....	50
3.2	Analýza pracoviště CNC pomocí OEE .....	53
3.3	QCO na CNC-DM 50 evo linear.....	56
3.3.1	Pozorování .....	57
3.3.2	Redukce interních činností.....	59
3.3.3	Redukce externích činností.....	59
3.3.4	Zhodnocení QCO .....	63
3.4	Sledování a vyhodnocování prostojů .....	64
3.5	Zhodnocení QCPC a sledování prostojů.....	70
4	Závěr .....	76
	Seznam použité literatury .....	79
	Seznam použitých symbolů a zkratk.....	81
	Seznam obrázků.....	83
	Seznam tabulek .....	83

Seznam grafů .....	84
Přílohy.....	85

# 1 Štíhlá výroba

## 1.1 Co je to štíhlá výroba

Štíhlá výroba je o přístupu k výrobě, který má za cíl uspokojit v maximální míře zákaznickou požadavky tím, že bude vyrábět jen to, co zákazník požaduje. Snaží se docílit výroby produktu v co možná nejkratší době a pokud možno s minimálními náklady. Štíhlá výroba je zaměřena na minimalizaci plýtvání zdroji a to nejen ve výrobním procesu.

Štíhlá výroba se také nazývá „Lean manufacturing“, „Lean production“, „Lean management“, nebo jen zkráceně Lean. Štíhlá výroba pochází z Japonska, kde měla přesnější název a to „přímá výroba“. Jde totiž o napřímení a zkrácení cesty od výrobce k zákazníkovi, zrychlení přípravy nových výrobků a zpružnění dodávek.[5]

Počáteční koncepce "štíhlé výroby" (lean production, lean manufacturing) pochází z firmy Toyota, kde vznikla v 50-60 letech 20. století jako alternativa k hromadné výrobě v prostředí, které vyžadovalo vysokou úroveň flexibility a postrádalo finance na nákladné investice. Koncept štíhlé výroby nabízí metody pro komplexní organizaci vývoje a výroby produktu, dodavatelů a kontakty se zákazníkem tak, aby při lepším plnění zákaznickou požadavku bylo zapotřebí méně lidského úsilí, prostoru, kapitálu a času a přitom produkty neztrácely kvalitu. [10]

Lean manufacturing neboli štíhlá výroba obsahuje souhrn metod, které popisují přístup k výrobě a mají za úkol zvýšit kvalitu, snížit náklady na výrobu, vyrobit produkt za co možná nejkratší dobu. Jednoduše řečeno co nejlépe a nejrychleji uspokojit zákazníka za co nejnižší výrobní náklady. To je především dosaženo minimalizací plýtvání. Pomocí nástrojů Leanu lze nalézt jednotlivé problémové oblasti a tak je možné postupně ztráty eliminovat. Nejedná se přímo o koncept, který nám řekne přesně, co a jak máme udělat. Jedná se především o náhled na výrobní proces a zanalyzování jednotlivých částí procesu. Poté záleží jen na nás, jak se zachováme a zda je reálné nalezené plýtvání odstranit. Některé nástroje mají především za úkol člověka vychovávat a naučit ho myslet tak, aby další plýtvání nevznikalo.

## 1.2 Plýtvání

Jak již bylo výše uvedeno, štlhlá výroba se zabývá především eliminací plýtvání. Plýtvání se v určité míře vyskytuje v každém výrobním procesu. Tyto formy plýtvání jsou:

- Nadvýroba – vyrábí se příliš mnoho anebo příliš brzo,
- Nadbytečná práce – činnosti nad rámec definované specifikace,
- Zbytečný pohyb, který nepřidává hodnotu,
- Zásoby, které přesahují minimum potřebný na splnění výrobních úkolů,
- Čekání na součástky, materiál, informace nebo skončení strojového cyklu,
- Opravování – odstraňování nekvality,
- Doprava – každá doprava a manipulace,
- Nevyužité schopnosti pracovníků – největší plýtvání ve firmě. [1]

Košturiak, Frolík ve své knize Štlhlý a inovativní podnik uvádí typické plýtvání v našich podnicích.

Oblast plýtvání	Ukazatel	Hodnota	Příčina plýtvání
Produktivní využití zařízení	OEE/CEZ	30-50% Cíl: 85%	Poruchy, čekání na materiál, neseřizování zařízení, práce při snížených rychlostech, nekvalita
Produktivní využití pracovníka	Procento činností, které přidávají hodnotu.	30-40% Cíl: 70%	Zbytečné pohyby, hledání nástrojů, materiálu a informací, čekání, nedodržování pracovní doby
Podíl plýtvání na průběžné době výroby	VA Index	99-80% Cíl: 70%	Zásoby, čekání ve skladech, velké dávky, poruchy, chybějící komponenty, nefungující zásobování

Tabulka 1:Typické hodnoty plýtvání v našich podnicích [1]

V Japonsku, kde vznikl koncept Štíhlé výroby, se výraz plýtvání řekne „muda“, což také i znamená odpad, ale má i mnohem hlubší význam. Práce je sérií procesů či kroků, kde na začátku jsou suroviny a na konci produkt nebo služba. Ke každému z těchto procesů je k produktu přidávána nějaká hodnota a produkt pak putuje do dalšího procesu. V procesu lidé a stroje buď hodnotu přidávají, nebo nepřidávají. Termín muda označuje ty aktivity, které hodnotu nepřidávají. Taiichi Ohno klasifikoval muda na pracovišti do těchto sedmi kategorií: [4]

- *Muda nadprodukce,*
- *Muda zásob,*
- *Muda oprav a zmetků,*
- *Muda pohybu,*
- *Muda zpracování,*
- *Muda čekání,*
- *Muda dopravy.*

### **1.2.1 Muda nadprodukce**

Muda nadprodukce vzniká z obav problémů, jako jsou poruchy strojů, zmetky a absence dělníků. Důsledkem vyvarování případných problémů vzniká nutkání vyrábět víc než je potřeba. Tento typ plýtvání vychází z předpokladu předstihu před výrobním plánem. Když je používáno drahé výrobní zařízení, požadavek na počet vyrobených produktů často ustupuje snaze účinně toto zařízení využít. Nadprodukce je důsledkem následujících nesprávných praktik nebo postupů:

- Vyrábí se v procesu tolik produktů, kolik je možné, bez ohledu na tempo, jakým může správně fungovat následující proces či následující výrobní linka,
- Je dán obsluze strojů dostatek volnosti k práci,
- Je zainteresován každý proces či linka na zvyšování jejich produktivity,
- Je umožněno výrobním zařízením produkovat víc než je potřeba, jelikož mají rezervní kapacity,
- Jsou zaváděna do výroby nákladná výrobní zařízení, protože je nelze odepsat, dokud se nezvýší jejich koeficient využití. [4]

### **1.2.2 Muda zásob**

Muda zásob se týká finálních produktů, rozpracovaných produktů, obrobků, dílů i součástek. To jsou vše zásoby, které nepředávají žádnou hodnotu. Spíše zvyšují provozní náklady tím, že zabírají místo a vyžadují nasazení dalších zařízení: skladů, vysokozdvizných vozíků a počítačem ovládaných systémů pásových dopravníků. Kromě toho je nutné pro provoz a řízení skladů další lidské síly. Zatímco přebytečné položky leží ve skladu a sedá na ně prach, nevzniká žádná hodnota. Navíc jejich kvalita časem klesá. [4]

### **1.2.3 Muda oprav a zmetků**

Zmetky přerušují výrobu a vyžadují nákladné opravy. V případě, kdy je nelze opravit, nezbyvá nic jiného, než je vyhodit, čímž vzniká ohromné plýtvání zdrojů a prací. Automatická zařízení mohou v případě poruchy vychrlit velké množství vadných produktů, než je problém vůbec zpozorován. Zmetky mohou navíc způsobit poškození drahých upínacích či výrobních zařízení. Proto musí být u těchto vysokorychlostních zařízení neustále v pohotovosti obsluha, která je schopná stroje zastavit, jakmile se objeví porucha. Nutnost lidské přítomnosti jde proti smyslu vysokorychlostních automatických strojů. Proto by tento stroj měl být vybaven mechanismem, který stroj zastaví, jakmile se objeví vadné produkty nebo případně zamezí možnosti vzniku zmetku. [4]

### **1.2.4 Muda pohybu**

Jakýkoliv pohyb zaměstnanců, který není přímo spojen s přidáváním hodnoty, je neproduktivní. Jedná se o veškeré pohyby, kdy není výrobku přidávána jakákoliv hodnota. Ukázkovým příkladem může být hledání náradí. Nejen samotná chůze, ale především i těžká práce zaměstnanců, jako je zvedání nebo nošení těžkých předmětů, by měla být odstraněna. Potřebu přenášet těžké věci z místa na místo lze odstranit změnou uspořádání pracoviště. Při sledování obsluhy stroje při práci, lze spatřit momenty, kdy je skutečně přidávána hodnota, trvá pouze několik vteřin; zbytek pohybů žádnou hodnotu nepřidává. Muže se jednat třeba o zvednutí či odložení obrobku. Často je stejný kus nejdříve uchopen pravou rukou a poté přehozen do levé ruky. [4]

K identifikaci plýtvání při pohybu se zaměřuje i na to, jak zaměstnanci používají ruce a nohy. Poté následuje změna uspořádání pracoviště a umístění všech jeho částí a vytvoření vhodných nástrojů a pomůcek. [4]

### 1.2.5 Muda zpracování

Nevhodná technologie nebo nevhodné provedení může vést k plýtvání v samotném procesu výroby produktu. Přílišný náběh či naopak přeběh obráběcího stroje, neproduktivní úder lisu či odstraňování otřepů jsou vesměs příklady plýtvání ve zpracování, jemuž se lze vyhnout. V každém kroku, kde se pracuje na zpracovávaném produktu nebo informaci, je přidána hodnota produkt nebo informace, které jsou posílány dál do dalšího procesu. Odstranění plýtvání v oblasti zpracování lze často dosáhnout pomocí technik postavených na zdravém rozumu a nízkých nákladech. Někdy pomůže jiná kombinace výrobních úkonů. [4]

IMAI, M. v knize Gemba Kaizen-Řízení a zlepšování kvality na pracovišti uvádí příklad odstranění plýtvání při zpracování. *V továrně na výrobu telefonních přístrojů se sluchátka a těla přístrojů vyrábí na oddělených linkách a později jsou kompletovány na finální lince. Aby byl povrch sluchátek během dopravy na finální linku chráněn před poškozením, musí být každé sluchátko zabaleno v plastovém sáčku. Spojením výrobní linky pro sluchátka a finální linky však výrobce může zcela odstranit jeden úkon – balení sluchátek do sáčků. Plýtvání při výrobě je také často výsledkem neschopnosti časově sladit jednotlivé procesy.* [4]

### 1.2.6 Muda čekání

K plýtvání čekání dochází, musí-li ruce zaměstnance zahálet, tedy kdykoliv se práce zastaví z důvodu nerovnováhy na lince, nedostatku součástí nebo poruchy stroje; nebo také když zaměstnanec pouze pozoruje stroj a čeká na dokončení jeho procesu, který přidává produktu hodnotu. Tento případ plýtvání je jednoduché odhalit. Složitější je odhalit plýtvání při čekání během zpracování nebo kompletace produktu na výrobní lince. Obsluha linky může zdánlivě tvrdě pracovat, plýtvání může existovat ve formě vteřin či minut, kdy obsluha čeká, než se objeví další výrobek. Během tohoto intervalu obsluha jen pozoruje výrobní linku. [4]



### **1.2.7 Muda dopravy**

V provozu existuje mnoho druhů dopravy (vozíky, vysokozdvíhový vozíky, dopravní pásy). Doprava je nezbytnou součástí výrobního procesu, ale pohyb materiálu a produktů nepřidává žádnou hodnotu. Hrozí také riziko, že během přepravy může dojít k poškození produktu. Společně s nadměrnými zásobami a zbytečným čekáním je plýtvání dopravou vysoce viditelnou formou plýtvání. [4]

### **1.2.8 Další zdroje Plýtvání**

Slova muda, mura, muri jsou často používána společně a v japonštině označována jako 3MU. Podobně jako termín muda nabízí praktický kontrolní seznam, který umožňuje zahájit aktivity směřující k jejich odstranění. Mura znamená nepravidelnost a muri znamená námahu či zátěž. Cokoliv co přináší namáhavého či nepravidelného naznačuje, že vzniká problém. Kromě toho jak mura, tak muri rovněž představují muda, jež je nutné odstranit.[4]

#### **Mura (nepravidelnost)**

Kdykoliv je narušen hladký tok práce stroje a jeho obsluhy, postup produktu na lince nebo plynutí plánu výroby, jedná se o mura. Například mura vzniká, jestliže jednomu dělníkovi na výrobní lince jeho úkon trvá déle než ostatním. [4]

#### **Muri (namáhavá práce)**

Muri znamená namáhavé podmínky pro zaměstnance i stroje, stejně jako pro celý pracovní proces. Například když nově přijatý zaměstnanec dostane práci zkušeného zaměstnance, aniž by byl dostatečně zaškolen. Práce pro něj bude namáhavá, pravděpodobně bude pomalejší a možná s největší pravděpodobností se bude dopouštět chyb. V případě kdy upozorujeme, že se pracovník při výkonu svého úkolu mohutně namáhá, musíme hledat způsob jak tuto namáhavou činnost odstranit, případně minimalizovat. Slyšíme-li, že stroj vydává při práci divné zvuky, zřejmě se jedná o abnormalitu a první příznaky vzniku poruchy stroje.[4]

### 1.3 Výhody a nevýhody štlhlé výroby

Koncepce štlhlé výroby představuje komplexní a ucelenou filosofii, která vychází z reálně efektivních metod managementu a spojuje jejich výhody. Za hlavní přínosy této metody lze považovat omezení plýtvání a omezení nákladů, vytváří flexibilní výrobu s vysokou kvalitou a standardizuje procesy s cílem zlepšování opakujících se činností. Zavedením této koncepce, která představuje základ pro vytvoření učící se organizace a využití nových „neotřelých“ pracovních postupů. [6]

L. Smutný a H. Besedová ve svém semináři o výhodách a nevýhodách štlhlé výroby uvádí SWOT analýzu pro koncepcce štlhlé výroby. SWOT analýza je analýza silných, slabých stránek, příležitostí a hrozeb pro danou koncepci. Silné a slabé stránky této koncepce představují přímé výhody a nevýhody jejího zavedení. Příležitosti a hrozby potom představují zlepšení a rizika, které mohou se zavedením souviset. [6]

<i>Silné stránky</i>	<i>Slabé stránky</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Standardizace procesů</li><li>• Neustálé zlepšování u opakujících se procesů</li><li>• Zaměření na kvalitu s minimálními náklady</li><li>• Omezení plýtvání</li><li>• Snižování nákladů</li><li>• Zvyšování kvality</li><li>• Vysoká flexibilita</li><li>• Vyrovnaná výroba</li><li>• Nižší riziko neprodaných výrobků</li><li>• Vyvážené využívání pracovní síly a strojů</li><li>• Vyrovnané požadavky na dodavatele</li><li>• Zvýšení konkurence schopnosti</li><li>• Zaměření na potřeby zákazníka</li><li>• Růst výkonnosti</li><li>• Snížení doby nutné k realizaci výroby</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nutnost zapojit všechny zaměstnance</li><li>• Nutnost dostatečné a neustálé motivace</li><li>• Pro správné fungování se musí všichni pracovníci ztotožnit s danou filosofií</li><li>• Nutnost začít od nejvyššího managementu</li></ul>

<i>Příležitosti</i>	<i>Hrozby</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Správný přístup k řešení problémů představuje zdroj pro další rozvoj a růst firmy</li> <li>• Zvyšování produkce</li> <li>• Rozšiřování firmy</li> <li>• Tvorba učící se organizace</li> <li>• Využití „uspořených“ peněz jako investic (např.: do inovací)</li> <li>• Zapojení a motivování všech pracovníků do filosofie a možnosti využívání „neotřelých“ pracovních postupů</li> <li>• Týmová práce jako možnost využití odborníků</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Náročná a zdlouhavá implementace, která může způsobit ztrátu zájmu o implementaci této koncepce</li> <li>• Nezavedení celkové filosofie, ale pouze její části</li> <li>• Nutnost překonat zažitá postoje a zaběhnuté postupy</li> <li>• Zaměstnanci, kteří se plně neztotožní s filozofií a nepodávají pak dostatečné výkony</li> </ul>

**Tabulka 2: SWOT analýza Lean Company [6]**

Hlavním nedostatkem této koncepce je, že musí být vždy implementována jako celek, aby bylo dosaženo požadovaného zlepšení. Pokud by se aplikovaly pouze omezené celky, neměl by účinek této aplikace dostatečný efekt. V souvislosti s aplikací je nutné také počítat s možností poměrně dlouhé a náročné implementace, která by mohla, při nedostatku zájmu a motivace, způsobit problémy. Pro získání požadovaného zlepšení, je nutné zapojit všechny pracovníky včetně vrcholového vedení. Koncepce štíhlé výroby požaduje podporu managementu, který ovlivňuje kvalitu, flexibilitu, náklady a také výrobu. Ve svém semináři Výhody a nevýhody Lean Company uvádí Smutný a Besedová výhody získané zavedením Štíhlé výroby.

Snížení doby nutné k realizaci produktu	50-90%
Snížení požadavků na podlahovou plochu	5-30%
Snížení rozpracovanosti v procesu	60-80%
Zvýšení hodnoty first-pass yield	50-100%
Zvýšení výkonnosti	40-80%
Zvýšení produktivity	75-125% [6]

## 1.4 Historie

Některé prvky štíhlé výroby se již objevily, například přístup řízení H. Forda nebo T. Baťa. Jejich řízení výroby bylo postaveno na pilířích jako je týmová práce, přesné plánování, vysoká kvalita.

Koncepce štíhlé výroby pochází z firmy Toyota, kde vznikla v 50. - 60. letech 20. století jako alternativa k hromadné výrobě. Toyota v této době měla požadavek na vysokou úroveň flexibility a postrádala finance na nákladné investice. Provádí tedy komplexní organizaci vývoje a výroby produktu, dodavatelů a kontakty se zákazníkem tak, aby při lepším plnění zákaznicka požadavku bylo zapotřebí méně lidského úsilí, prostoru, kapitálu a času - a přitom produkty mají mnohem lepší kvalitu než v hromadné výrobě. [10]

Ve firmě Toyota tehdejší prezident, Kiichiro Toyoda, vydal heslo: "Dohoňme Ameriku během tří let!" Převzetí amerických metod hromadné výroby by nikam nevedlo, protože v Japonsku neexistovala tak velká poptávka jako na druhé straně Pacifiku. Řádivý rozdíl v produktivitě (po válce produktivita japonského dělníka byla na třetině německého a devítině amerického pracovníka) musel mít příčinu v tom, že v Japonsku pracovníci dělali věci zbytečně oproti americkým kolegům. Z nápadu odstranit zbytečnosti se zrodil pozdější výrobní systém Toyota, základ štíhlé výroby. [10]

Zrod výrobního systému Toyoty je připisán manažerovi jménem Taiichi Ohno (1912-1990), jenž byl vedoucím jedné výrobní jednotky v Toyotě v roce 1947, když dostal úkol implementovat změny vedoucí k odstranění prostojů, zbytečností a zvýšením produktivity v rámci nového hesla Kiichiro Toyody. Na začátku vymyslel linku, na které jeden pracovník mohl obsluhovat více strojů různých druhů. Tato revoluční změna (změna od filozofie jeden pracovník - jeden stroj k vizi jeden pracovník - víc strojů/procesů) se zásadně lišila od řešení hromadné výroby, pomohla zvýšit produktivitu dvakrát až třikrát, a naznačila naprosto jinou cestu budoucího vývoje. [10]

Práce Taiichiho Ohnoho byla doplněna v padesátých a šedesátých letech výsledky Shigea Shinga (1909-1990) v oblasti redukce nastavovacích časů (SMED), která umožnila vyrábět v mnohem menších dávkách. Takto vytvořená flexibilita byla nedocenitelná, když ropná krize v roce 1973 zastavila vývoj průmyslu. V následné dlouholeté recesi byly metody tradiční hromadné výroby naprosto neadekvátní. Jen

Toyota a další japonské automobilky, které mezitím převzaly od Toyoty několik metod, kvůli možnosti a flexibilitě nového výrobního systému, mohly stále vyrábět se ziskem. Po roce 1975 nejen pro japonské průmyslníky, ale i celému světu došlo, že v Toyotě vymysleli něco neobvyklého, co stojí za povšimnutí. Další japonské firmy rychle převzali výrobní systém Toyoty a s úspěchem začínaly filozofii aplikovat v následujícím desetiletí. Podíl Japonska na celosvětové výrobě automobilů vzrostl na víc než trojnásobek mezi rokem 1965 a 1980 (z 8% na 29%). [10]

Pro skutečnou osvětu a rozšíření celé filozofie a metodologie štíhlé společnosti nejvíc udělal James P. Womack (profesor na Massachusetts Institute of Technology) a jeho kolegové podrobnou studii tohoto systému. Od roku 1984 do 1989 vedli pětiletý projekt financovaný velkými společnostmi automobilového průmyslu a jednotlivých národních vlád Ameriky a Evropy (International Motor Vehicle Program). Projekt měl za cíl prozkoumat japonské techniky a porovnat je se západními technikami hromadné produkce s cílem revitalizace automobilového průmyslu. Oproti hromadné výrobě (mass production) japonský systém nazvali "štíhlá výroba" (lean production). Výsledky svého průzkumu publikovali v legendární knize "The machine that changed the world: the story of lean production" [Stroj, který změnil svět: příběh štíhlé výroby], 1990. James P. Womack později založil neziskovou instituci na rozšiřování vědomosti, metodologie a techniky štíhlé transformace jménem Lean Enterprise Institute, jejíž je stále prezidentem. V následných publikacích Lean thinking [Štíhlé myšlení] z roku 1996 a Lean Solutions [Štíhlá řešení] z roku 2005 se můžeme dočíst o postupném rozšíření filozofie štíhlé výroby. Dnes implementaci štíhlé výroby najdeme nejen v automobilovém průmyslu a v příbuzných oborech, odkud se tato filozofie rozšířila, ale také v logistických společnostech, potravinářských firmách, ve stavebnictví a cestovním ruchu. [10]

## **2 Základní Lean nástroje, techniky, indikátory.**

### **2.1 5S**

Jako první nástroj štíhlé výroby se z pravidla zavádí metoda 5S. 5S je především o odstranění nepotřebných předmětů z pracoviště, udržování pořádku na pracovišti, standardizaci uspořádání a organizaci pracoviště. Musí být kladen důraz na to, aby pracoviště bylo uspořádáno efektivně pro výrobu. Je jedním z prvních nástrojů, který má být zaveden pro usnadnění zavádění dalších nástrojů Leanu.

Jak již název 5S napovídá, skládá z pěti bodů:

1. Seiri / Sort (roztřídit) - Jde o oddělení nezbytných a zbytečných věcí a o odstranění těch zbytečných. Doporučuje se vytvořit mimo pracoviště místo, kde jsou po nějaký čas uschovány věci, o kterých nejsme jednoznačně schopni rozhodnout, zda jsou nepotřebné.
2. Seiton/Set in order (srovnat) - Jde o uspořádání věcí na pracovišti, které po prvním kroku zbyly. Uspořádány by měly být s ohledem na výrobu a tak, aby k nim byl dobrý přístup. Potřebné položky by měly být dobře vizuálně uspořádány.
3. Seiso/Shine (Vyčistit) - Udržet stroje i pracovní prostředí v čistotě. Zajistit, aby všechna pracoviště byla čistá a uklizená. Vytvořit seznam položek, které musí být uklizeny, čištěny.
4. Seiketsu/ Standardize (systematizovat) - Čištění a kontrola musí být rutinní záležitost. Jedná se tedy o vytvoření standardu na pracovišti pro organizaci a údržbu všech pracovních komponentů. Tento vytvořený standard napomáhá k udržení funkčního, srozumitelného a především přehledného systému.
5. Shitsuke/ Sustaine (udržet) - Jedná se o udržení standardu a to např. prováděním pravidelných auditů se zaměřením na 5S. Je praktické jednotlivé pracoviště hodnotit, aby bylo možné sledovat zlepšení. Pro udržení standardu se používá i školení, které napomáhá k vytváření správných návyků. [8]

## 2.2 Standard work

Standard work je dalším prvkem štihlé výroby. Standard work se zaměřuje na samotný výrobní proces, tedy na stav, kdy dochází k přidávání hodnoty výrobku. Standard work má za úkol všechny druhy práce organizovat tak, aby se vytvořil efektivní sled operací bez jakéhokoli plýtvání. Standardy přináší sjednocení pracovních postupů pro podobné procesy, omezuje dohady ohledně způsobu provádění dané činnosti a dosahuje trvalé kvality výstupů svým jednotícím standardizujícím přístupem. Toho lze dosáhnout prostřednictvím přesného popisu každé pracovní aktivity, čas výrobního cyklu, čas taktu, sekvence specifických úkolů dané práce a minimální zásoby dílů k zajištění průběhu dané činnosti.

Výhody Standard worku:

- Popisuje nejbezpečnější doposud známou cestu s nejmenším obsahem ztrát (plýtvání).
- Umožňuje konsistentní, opakovatelnou práci, která redukuje odchylku procesu a minimalizuje příležitost pro chybu.
- Definuje kroky, které mohou být snadno provedeny a poučením pro všechny.
- Vytváří základ pro identifikaci příležitostí pro neustálé zlepšování.
- Napomáhá školení nových zaměstnanců. [9]

Implementace standard work

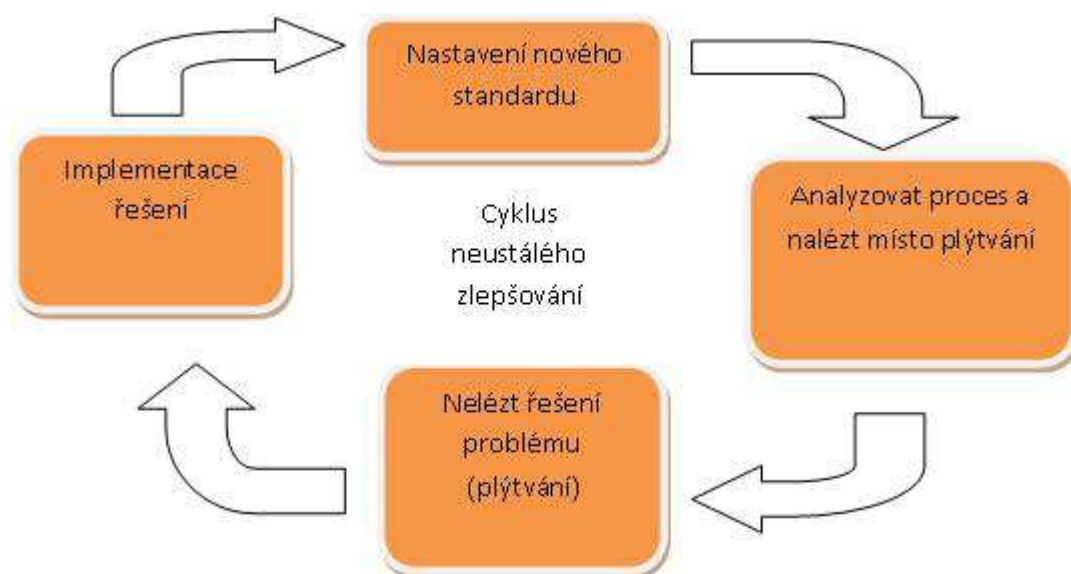
Implementace se provádí ve čtyřech krocích

1. Určení požadovaného „Takt Time“ (výpočet výrobního taktu v závislosti na požadavcích zákazníka). Doba taktu představuje rychlost, kterou musí být výrobky nebo součástky vyráběny, aby byly uspokojeny požadavky zákazníků. Není to ukazatel toho, co jsme schopni vyrobit, ale množství vypočítané tak, aby odpovídala požadavkům trhu. Pracovní cyklus je tak synchronizován s poptávkou a předchází se tak podprodukcí nebo nadvýrobě. Takt určuje rychlost pracovních toků a umožňuje spočítat dosažitelný objem práce. Dobu taktu určuje zákazník, který tím stanovuje časový rámec pro svázání tempa výroby s tempem prodeje.

Doba taktu = Disponibilní čas/ Poptávka zákazníka

Tuto dobu taktu pak především využijeme při balancování linek. Balancování linek je procesem, při kterém je práce rovnoměrně rozdělena mezi pracovníky tak, aby byla splněna doba taktu.

2. Zaznamenání všech procesních kroků (pozorování a zaznamenání všech procesních kroků).
3. Dokumentace Standard work (poskytuje základnu pro budoucí zlepšení).
4. Udržení zlepšení (provádět audity a aktualizovat, vybalancování pracovní náplně a redukce plýtvání). [12]



**Obrázek 1: Neustále zlepšování „Standard work“**

Přesné procedury (standardizovaná práce) pro každého operátora ve výrobním procesu. Zakládá se na třech základech: taktovací čas, přesná sekvence výrobních operací, standardní rozpracovaná výroba. Standardizovaná práce je předmětem neustálého zlepšování (není to norma, která je věčná). Poskytuje dokumentaci procesu pro každou směnu, snižuje nežádoucí kolísavost výkonu, usnadňuje zaškolení nových operátorů, snižuje nehody a stres a je výchozím bodem pro zlepšování. Používá standardní formuláře. [9]



Dokumenty používané pro standardizaci pracovního postupu:

- Process Capacity Sheet (na spočítání kapacity jednotlivých strojů v jedné výrobní jednotce);
- Standard Work Combination Table (ukazuje kombinaci manuálního pracovního času, pohybu a strojového času ve výrobní sekvenci);
- Standard Work Chart (uvádí pohyb operátorů a místo materiálu vzhledem ke strojům a v rámci procesního rozvržení);
- Work Standards Sheet (soubor technických dokumentů popisujících výrobní operace);
- Job Instruction Sheet (detailní popis pracovních operací pro operátory - pro zaškolení). [9]

## **2.3 Value Stream Mapping (VSM)**

Value Stream Mapping se používá pro ilustraci toku a znázornění vztahu mezi pracovními procesy. Value Stream Mapping (VSM), v překladu mapování toku hodnot, někdy se používá též výraz Value Stream Analysis, je analytická technika, která je jednou ze základních technik filosofie Lean. Technika Value Stream Mapping slouží pro mapování hodnotového toku ve výrobních i administrativních procesech. Klíčovým prvkem VSM je zviditelnění procesů, které produktu přidávají hodnotu a procesů nepřidávající hodnotu produktu. Využívá grafického zobrazení toku hodnot, který může být finanční, materiálový, informační nebo jiný. Pomocí VSM jsou tyto toky graficky znázorněny pro lepší pochopení celého toku produkčních procesů, které prochází skrz celou organizaci a jeho návazností na systém řízení organizace, plánování a požadavky zákazníka. [13]

Cílem je:

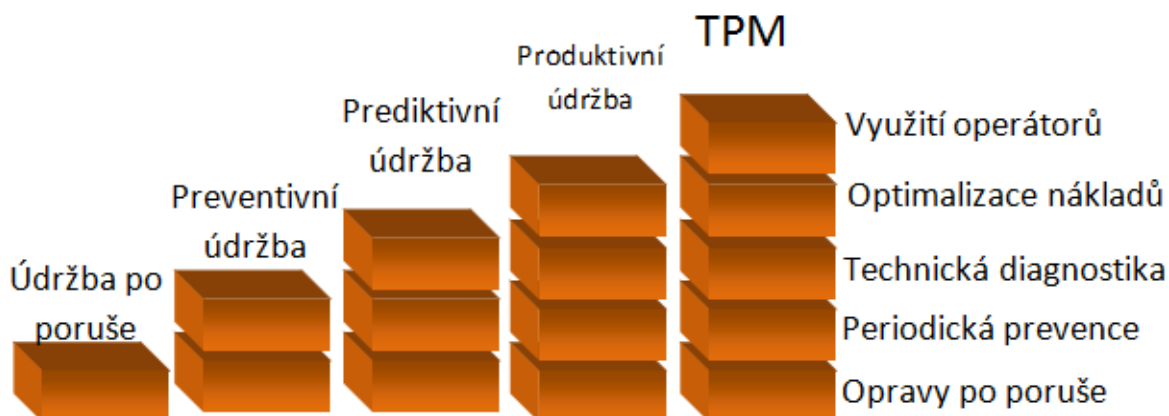
- Provést zmapování současného stavu;
- Odhalit a definovat možnosti konkrétních úspor a zrychlení průtoků a vyhodnotit jejich přínos (mapování budoucího toku);
- Definovat racionalizační opatření a provést jejich realizaci.

Praktické použití Value Stream Mapping je především jako podrobná vizualizace procesů, která umožní managementu identifikovat příčiny zbytečného plýtvání zdrojů (času, lidské práce, materiálních, informačních či finančních zdrojů). Techniku Value Stream Mapping používají pracovníci, kteří mají odpovědnost za zlepšování procesů či řízení kvality v organizaci. Mapování hodnotových toků pomáhá odhalit možné ztráty, úzká místa a důvody neefektivních toků kdekoli v organizaci. Je možné ji aplikovat na celou organizaci nebo jen na její určitou část, přičemž lze využít mapu procesů.[13]

Snížení nebo odstranění procesů, které nepřidávají hodnotu činnosti, má velký význam v principu celé štihlé výroby. Po pečlivém a podrobném vyšetření všech procesů pomocí VSM, vyjde najevo, kde leží příležitosti ke zlepšení.

## **2.4 Total Productive Maintenance (TPM)**

TPM je výkonný program pro plánování údržby k dosažení minimálních prostojů a zamezení prostojů z důvodu poruchy zařízení. Na samotnou obsluhu stroje se dává daleko větší odpovědnost za samotný stav stroje. Technici údržby jsou osvobozeni od všední, běžné údržby a díky tomu se mohou zaměřit se na naléhavé opravy a proaktivní údržbu. Solidní TPM program umožní plánovat své prostoje a udržet poruchy na minimu. Cílem TPM je maximální efektivita výrobních zařízení po celou dobu jejich životnosti. Týká se všech zaměstnanců ve všech odděleních a na všech úrovních. TPM také může motivovat zaměstnance k údržbě prostřednictvím kroužků a dobrovolných aktivit. Součástí TPM jsou takové základní prvky, jako vytvoření systému údržby, školení v oblasti základní údržby a řešení problémů a činnosti vedoucí k nulové poruchovosti. Vrcholový management musí vytvořit systém, jenž uznává a oceňuje individuální schopnosti a aktivitu v oblasti absolutní údržby výrobních prostředků.



**Obrázek 2: 7 kroků k samostatné údržbě [14]**

- Prověření bezpečnosti, úvodní modely čištění, první plán čištění a identifikace abnormalit;
- Odstranění zdrojů znečištění a obtížně přístupných míst;
- Autonomní mazání strojů;
- Výcvik a trénink pro kontrolu celého zařízení;
- Samostatné provádění inspekce a údržby;
- Řízení pracoviště s ohledem na celkovou efektivnost zařízení;
- Další zlepšování pracoviště. [14]

Kroky 1-3 pomáhají stanovit základní podmínky strojů a zařízení, které jsou podstatné pro efektivnost samotné údržby. Kroky 4-5 zahrnují pečlivou inspekci zařízení s následnou údržbou a standardizací. U obsluhy se zvyšuje schopnost pozorného sledování diagnostiky. Kroky 6-7 jsou aktivity pro zlepšování prostřednictvím rostoucích znalostí obsluhy. Obsluha se ztotožňuje s cíli firmy a snaží se dosáhnout a udržet bezetrátovost na svém pracovišti prostřednictvím aktivit v oblasti udržování strojů.[14]

## 2.5 Kaizen events

Kaizen znamená zdokonalení. Znamená neustálé zdokonalování, týkající se všech. Kaizen je filosofií, založenou na týmové spolupráci, integrující všechny složky řízení včetně výkonných pracovníků, dělníků, operátorů, či seřizovačů. Právě zapojení

výkonných pracovníků je klíčem k dlouhodobému přínosu. Jelikož právě tito pracovníci nejlépe znají realizační procesy a operace, existuje u těchto pracovníků nejširší potenciál podnětů k realizaci drobných zlepšení. Kaizen událost je rychlá zaměřená zlepšovací aktivita, na které pracuje předem definovaný tým. Je zaměřen na snížení plýtvání a implementaci dalších nástrojů Leanu.

Přínosy Kaizen:

- Aktivní zapojení pracovníků do návrhu realizace změn;
- Rozvoj znalostí a dovedností pracovníků v oblastech zlepšování;
- Hmotné přínosy pro firmu.[9]

## **2.6 Mistake proofing**

Mistake proofing je nástroj, který napomáhá při zavádění řešení, která minimalizují vznik selhání či chyby. Tento systém je také znám pod názvy Poka-yoke, fail-safing. Jeho smysl spočívá v eliminaci defektních výrobků pomocí prevence, nápravy a upozornění na lidské chyby, které tyto defekty způsobují. Ve většině případů se jedná o vytvoření mechanického nebo elektrického výrobního přípravku, mechanismu či zařízení, díky kterému nelze vyrobit špatný výrobek. Toto zařízení mechanicky nebo elektronicky zabráňuje například záměně součástí, záměně pořadí jednotlivých operací montáže ve výrobním procesu nebo například chybnou montáž nějakého prvku. Přípravek tedy zabráňuje mechanikovi pokračovat v montáži výrobku dál, dokud něco chybí nebo není namontováno. [15]

Téměř většina vad je způsobena chybami pracovníků, příklady chyb jsou popsány v tabulce 3.

Druh chyby	Popis chyby	Způsob ochrany
<b>Zapomnětlivost</b>	V sériové výrobě, při produkci až několika tisíc výrobků za směnu dochází často k nesoustředění. Operátor například zapomene namontovat drobný dílec.	Montážní zařízení musí operátora upozornit (signalizovat zvukově, světelně), nedovolit vyjmout dílec bez namontovaného komponentu, popř. detekovat úplnost sestavy na nejbližším kontrolním zařízení.
<b>Chyby způsobené nedorozuměním:</b>	Chyba způsobená tím, že je učiněno rozhodnutí bez znalosti konkrétní situace.	Výcvik, kontrola předem, standardizování pracovních postupů.
<b>Chyby v identifikaci:</b>	Nesprávně vyhodnocená situace. Např. nezřetelné údaje na displeji.	Výcvik, pozornost, opatrnost, zvuková a světelná signalizace.
<b>Chyby prováděné amatéry:</b>	Chyby vznikající z nedostatku zkušeností. Například, nový pracovník operaci nezná nebo je s ní sotva obeznámen.	Budování pracovních návyků, standardizace práce.
<b>Úmyslné chyby:</b>	Chyba způsobená tím, že se za určitých okolností pracovník rozhodne ignorovat pravidla. Například operátor úmyslně vynechá mezioperační kontrolu a díl předá na další pracoviště.	Základní výchova a zkušenosti, označení dílu značkou po úspěšné kontrolní operaci.
<b>Neúmyslné chyby:</b>	Chyba, která je způsobena tím, že pracovník je „myšlenkami nepřítomen“, provede chybně operaci, aniž by věděl, jak k tomu došlo.	Pozornost, disciplína, standardizace práce.
<b>Chyby způsobené pomalostí:</b>	Z důvodu nerozhodnosti (pomalého rozhodování, neznalosti) může dojít k zdravotní újmě, popř. finanční ztrátě.	Budování pracovních návyků, standardizace práce.
<b>Chyby způsobené neexistencí norem:</b>	K některým chybám dojde tím, že nejsou k dispozici vhodné instrukce nebo pracovní normy.	Standardizace práce, pracovní instrukce.
<b>Chyby z překvapení</b>	Chyby někdy vznikají tím, že zařízení pracuje odlišně, než se očekává.	TPM (Total Productive Maintenance), standardizace práce.
<b>Záměrné chyby</b>	Někteří lidé dělají chyby schválně. Příkladem jsou trestné činy a sabotáže.	Základní výchova, disciplína.

Tabulka 3:Druhy chyb [15]

Existují různé druhy vad. Podle pořadí důležitosti to jsou:

- Vynechaná výrobní operace;
- Nekvalitně provedená operace;
- Nesprávné zakládání (upínání) kusu;
- Chybějící díly;
- Špatné díly;
- Zpracování špatného kusu;
- Nesprávné provedení operace;
- Zařízení nenastaveno, neseřízeno;
- Díl nedotažený, uvolněný, vypadlý;
- Nástroje a přípravky nesprávně připravené. [15]

Pět kroků pro zavedení Mistake proofing

1. Identifikovat problém. K identifikaci jednotlivých problémů lze použít metodu FMEA.
2. Priority problému: Jednotlivé problémy porovnat s ohledem na frekvenci výskytu a s vyjádřením vícenásobů způsobené chybou (pracovní čas, čas strávený opravou dílu, cena materiálu).
3. Nalezení příčiny: Nalezení kořenové příčiny, kde dochází k chybě. Pro nalezení kořenové příčiny konkrétní chyby můžeme použít metodu 5 Proč.
4. Nalézt řešení: Zde je zapotřebí tvůrčí řešení, k nalezení mechanismu, které zamezí chybě. Nalezené řešení může být nastaveno jako:
  - Predikce – (před provedením operace) vada by mohla nastat;
  - Detekce – (po provedení operace) vada již nastala.

Vada existuje v jednom ze dvou stavů: Buď by mohla nastat, nebo již nastala.

Reakce řešení Mistake proofing má tři základní stavy:

- a) úroveň 1 zaručuje prevenci problému přímo u zdroje vzniku;
- b) úroveň 2 upozorňuje, že dochází k chybě;
- c) úroveň 3 zaručuje, že se vadný produkt nedostane na další operaci nebo k zákazníkovi.

Časté metody pro zamezení vzniku chyby:

A) Vodící kolíky různých velikostí

- Kolíky umístěné ve spodním dílu formy přesně zapadají do děr v horním dílu formy.
- Kolík (kolíky) umístěné na dosedacích plochách základacích přípravků – umožňují správné a jednoznačné založení pouze požadovaného dílce.

B) Optické snímače

Optické snímače detekují přítomnost (polohu) dílce po provedené montážní operaci.

V případě, že snímač detekuje chybějící dílec, odešle signál do řídicího systému zařízení, který zablokuje výrobek v přípravku, popř. světelně a zvukově signalizují chybějící díl obsluze.

C) Koncové spínače

- Koncové spínače detekují správnou pozici dílce, až poté spustí pracovní cyklus.
- Detekují posuv nástroje. Při dosažení koncové polohy (po sepnutí koncového spínače) se nástroj vrací do základní polohy.[15]

Před realizací opatření na nalezenou chybu, se provádí zhodnocení návratnosti investice do navrženého opatření.

5. Kontrola účinnosti: Vyhodnocení účinnosti nápravného opatření.

Správně nastavený systém Mistake proofing je robustní nástroj pro 100% kontrolu parametrů komponentů a výrobků výrobního procesu. Detekují se tak neshodné komponenty a vada je odhalena již na počátku, což je mnohem méně nákladné než odhalení chyby u zákazníka. Mistake proofing vytváří rychlou zpětnou vazbu tak, že protiopatření mohou být provedena okamžitě.

## 2.7 Visual factory

Visual factory neboli vizualizace má za úkol komunikovat, zdůrazňovat oblasti plýtvání, odolnost proti chybám. Systém vizuálního managementu zaměřuje pozornost na kritické procesy a aktivity a oznamuje stav klíčových oblastí v “reálném čase”. Visual factory je

celozávodní systém, který je zaměřen na efektivní komunikaci s mišlenkou. Jde o jednoduché a názorné zviditelnění dat, informací a v neposlední řadě zvýraznění oblastí plýtvání. Nástroje použité k dosažení těchto cílů mohou být definovány jako “jakákoliv forma vizuálních signálů nebo obrazovek, které zprostředkovávají informace všem, kteří vstoupí do dohledné vzdálenosti.

Vizualizace se používá při zavádění dalších nástrojů Leanu. Například se využije při standardizaci, TPM, 5S. Umístění standardu na viditelné místo pro všechny. Znázornění problémového místa na výkresu. U TPM jde i o použití šipek pro zviditelnění kontrolních míst na stroji. 5S vyžívá vizualizaci při použití barev a štítků k jasnému označení míst pro předem definované předměty. [9]

K Visual factory také patří zveřejnění různých výsledků auditů, grafů a výrobních tabulek.

#### Výhody Visual factory

##### Pro firmu:

- Zlepšení bezpečnosti a kvality;
- Poskytnutí okamžitých informací o výkonnosti výroby;
- Zlepšení morálky pracovníků;
- Zlepšení oddanosti ke standardům a postupům.

##### Pro pracovníka:

- Zlepšení bezpečnosti pracovního prostředí;
- Snížení vad a zlepšení kvality;
- Zlepšení výkonnosti a účinnosti práce;
- Jasné chápání standardů a postupů;
- Jednodušší pochopení výkonu výroby.

Správný výrobní systém usiluje o jasné zveřejnění relevantních informací na správném místě a ve správný čas. [9]

Kroky k provedení vizualizace:

#### **1. Analýza**

Zde jde především o určení informace, kterou chceme sdělit a komu má být informace určena. Dále je vhodné určit, kdy má být informace sdělena, zda okamžitě nebo postačí se zpožděním.



## **2. Návrh vizualizace**

Navržený vizuální výstup by měl určenou osobu upoutat, rychle, přesně a jednoduše informovat. Způsob jak navrhnout daný vzkaz lze vzít z příkladů z novin, časopisů, či reklamních poutačů. Text by měl mít výrazný titulek. Na první pohled by mělo být jasné, o čem materiál informuje. Text by měl být maximálně přehledný a výrazně členěný. Důležité jsou kontaktní údaje pro případnou zpětnou vazbu na autora.

Vzhled dokumentů musí být čistý a jednoduchý. Čtenář nesmí být vizuálně přehlcn. Použité písmo, barvy a celková grafická stránka by měla být konzistentní s vizuálním stylem firmy. Informace nejrychleji můžeme předat pomocí fotek, ilustrací, tabulek a grafů a ponechat i bílý prostor. Celý zaplněný list papíru vyvolává pocit stísnění a nepůsobí příjemně. Bílý prostor slouží jako optický rám, který uklidňuje a má na čtenáře příjemný vliv. [16]

## **3. Implementace**

Umístění dokumentů podle priorit vzkazů. Aktualizace standardů dle provedeného návrhu (5S kontrolní listy, procesní standardní postupy, TPM standardní postupy...). [9]

## **4. Udržení a zlepšení**

V rámci neustálého zlepšování se pokračuje ve zlepšování rychlosti a efektivity vizuálního závodu podle potřeby. [9]

## **2.8 QCPC- Quality control process charts**

QCPC můžeme přeložit jako „sběr údajů a analýza nejčastějších problémů“. Pro QCPC se nejčastěji používá papírový formulář, který slouží k časovému záznamu a sledování počtu prostojů, které se objevují v jednotlivých krocích procesu. Prostojem se zde rozumí takový rušivý vliv procesu, který brání dodání kvalitního výstupu ve stanoveném čase. Z pohledu štíhlé výroby je to druh plýtvání. Analýza těchto poruch určuje prioritu (důležitost) aktivit neustálého zlepšování.

Příklady prostojů:

- zastavení stroje (porucha);
- vadný materiál;
- hledání nástroje (ztracený čas);
- zničený nástroj;
- chybějící materiál;
- špatná informace (chybný výkres, nečitelná dokumentace).

QCPC identifikuje ty procesní kroky, ve kterých se vyskytuje nejvíce rušivých vlivů a zároveň identifikuje poruchy způsobující nejvíce problémů. Z poměru výskytů jednotlivých prostojů a počtu vyrobených kusů v daném procesu se vyhodnotí priority k jednotlivým prostojům. Pro vizualizaci dat je vhodné použít Paretův diagram. Vhodné je jednotlivé prostoje také posoudit nejen z počtů výskytů, ale i časové a finanční ztráty. Následně se pro hlavní příčiny stanovují nápravná opatření. Pro zamezení jejich opakovaného výskytu.

## 2.9 OEE – Overall equipment Efficiency

OEE neboli celková efektivita zařízení se využívá pro sledování efektivnosti výrobního zařízení. Tento ukazatel se zavádí především na tak zvaná úzká místa výroby. Tento parametr je vhodný k sledování zlepšení a to například pro vyhodnocení efektivity zařízení či procesu před a po zavedení nástrojů Leanu (např. TPM, SW, QCO). Je tímto parametrem možné průběh výroby objektivně porovnat a vyčíslit skutečné zlepšení. OEE je nástroj, který se zaměřuje na více výrobních problémů. Tento nástroj pomáhá metodicky zlepšit proces pomocí základních údajů.

OEE neboli efektivitu stroje můžeme vypočítat v případě, kdy máme k dispozici data o výrobě, data o prostojích a data o kvalitě. Tato data pak musíme převést na čas, například na hodiny. Potřebujeme tedy znát celkový plánovaný čas na výrobu (všechny směny), celkové prostoje a to včetně plánované i neplánované údržby, dobu seřízení stroje a také čas kdy nebyla obsluha u stroje (přestávky). Dále nás zajímá, kolik kusů bylo vyrobeno a jaký je cycle time. Důležité jsou také údaje o kvalitě a to kolik času bylo plýtváno výrobou zmetků a případně jejich následnou opravou.

OEE se skládá ze třech hlavních ukazatelů

$OEE = \text{Dostupnost} \times \text{výkon} \times \text{kvalita}$

**Dostupnost:** Tato část rovnice měří procento dostupného času pro výrobu. Je to poměr doby, kdy stroj běžel a dostupným časem vyjádřeným v procentech. Například, pokud měl stroj běžet 16 hodin, ale byl spuštěn pouze 12 hodin, pak "dostupnost" je 75% (12/16). 4 hodiny, pak činí doba, kdy stroj nebyl v provozu a to např. z důvodů seřízení poruchy nebo jiné odstávky.

**Výkon:** Tato část rovnice se zaměřuje na maximální takt prováděné operace se skutečným chodem stroje. Například, pokud stroj vyrábí 70 kusů za hodinu, ale stroj by měl vyrábět 100 ks za hodinu, "Výkon" je tedy 70% (70/100).

**Kvalita:** Tato část rovnice porovnává počet správně vyrobených dílů s celkovým počtem vyrobených dílů. Například, jestliže ze 100 vyrobených dílů je 90 v pořádku a 10 ks tvoří zmetky, "kvalita" je 90% (90/100).

Kombinace výše uvedeného příkladu do výsledné OEE rovnice, OEE je:

$$OEE = 75\% \times 70\% \times 90\% = 47,25\%$$

Z výše uvedeného příkladu je patrné, že dosažením OEE=100% vyžaduje neustálý chod stroje v plném taktu a výrobu bez neshodných výrobků. Samotné OEE je vhodné rozebrat na jednotlivé části, protože např. samotný výsledek např. 60% nic zajímavého nesdělí. Stroj který za směnu vyrábí deset zakázek a při každé změně zakázky se na 15 min zastaví kvůli seřízení, ztrácí v OEE 150 min. Zatím co stroj, který vyrábí jen jednu zakázku celou směnu, je v tomto hodnocení značně zvýhodněn. Rozebrání jednotlivých položek je tedy velmi důležité, abychom byli schopni data správně interpretovat. Při rozboru OEE bychom se měli zaměřit na tak zvané:

- Zpátečky – jedná se o delší prostoje stroje např. technická porucha;
- Seřízení – seřízení stroje na další zakázku;
- Zpomalení – zpomalení chodu stroje;
- Micro-stop – drobné zastavení stroje, většinou definovány jako zastavení netrvající déle než pět minut;
- Kvalita –vyrobené zmetky nebo čas strávený opravami neshodných kusů.

Většina nástrojů štíhlé výroby usiluje o odstranění plýtvání ve výrobě a tudíž i zvyšuje hodnoty OEE.

## 2.10 SMED

V souvislosti se zkracováním časů seřízení se můžeme často setkávat s názvy:

Quick Changeover-QCO (Rychlá změna);

One-Touch Exchange of Die – OTED (Seřízení jedním dotekem);

Single minute Exchange of dies - SMED (Výměna nástroje během jedné minuty).

Nástroj SMED je dalším z nástrojů štlé výroby. Tato metoda se zaměřuje na stroje nebo linky, na kterých je možné vyrábět více produktů. Nástroj SMED slouží ke snížení nevýrobní doby mezi jednotlivými produkty. Tato metoda se zabývá analýzou úkonů při přestavení výrobního procesu z aktuálního produktu na další produkt, dále je tento úkon nazývána jako přetypování. Výsledkem jsou pak přesně definované činnosti a předem organizovaná příprava nástrojů, které budou na přejetí výroby zapotřebí. Nejčastěji se tato metoda vysvětluje na příkladu formule 1, která zajede do depa. Veškeré úkony mechaniků v depu jsou do detailu připraveny a naprosto seřazené. Výsledkem je pak minimální zdržení a to je cílem i ve výrobě. Změnou organizace, přetypováním úkonů, standardizací postupu, tréninkem týmu, speciálními pomůckami a technickými úpravami stroje dosáhneme požadovaného výsledku. Hlavním cílem nástroje SMED není jenom snížení ztrátového času, ale především využít toto snížení pro pružnější reakce na požadavky zákazníka. Dnešní doba je spojena s měnícími se požadavky zákazníků a tedy i s požadavky na výrobu menších dávek výrobků. To vyžaduje častější výměny nástrojů a seřizování strojů. SMED je technika, která se snaží o maximální snížení seřizovacích časů s hlavním cílem: zvýšit počet seřízení a umožnit efektivní výrobu menších výrobních dávek. Očekávaný pozitivní efekt je tedy zejména ve větší flexibilitě (tj. konkrétní zakázka nečeká na další podobnou, aby bylo dosaženo efektivního množství pro 1 výrobní dávku). Tím je dosažena kratší průměrná průběžná doba výroby, případně lepší termín dodání pro zákazníka. Finanční vliv existuje zejména v oblasti vázání menšího množství provozního kapitálu (díky kratším průběžným dobám). [17]

Bývá zvykem aplikovat tento nástroj na úzké místo výroby. Toto místo ve výrobě můžeme nalézt pomocí již popisovaného nástroje štlé výroby VSM (Value Stream Mapping). Případné úzké místo lze určit podle vlastní úvahy, proces kde by zkrácení času přineslo největší užitek. Jak uvádí Otakar Ježek [3] : “ *Při výběru pracoviště pro Rychlou změnu se nezabývat otázkou, jak zkrácení procesu dosáhnout, ale hledejte, kde by zkrácení času přineslo nejvyšší užitek.* “

Příklady zkrácení ztráty na výrobním stroji:

1) snížení nedokončené výroby;

- 2) omezení neshodné výroby při změnách;
- 3) snížení spotřeby materiálu při rozjezdu;
- 4) snížení nedokončené výroby;
- 5) snížení pojistné zásoby;
- 6) zkrácení průběžné doby výroby;
- 7) omezení ztrát z překotných změn;
- 8) snížení nákladů na likvidaci výrobků starého typu. [3]

Ne na všechny procesy lze nástroj SMED aplikovat. Rychlá změna se nehodí u činností, kde na trvání změny má vliv chod stroje, např. automatická výměna nástroje ze zásobníku obráběcího centra. Nejtypičtějším příkladem je seřizování a rozběh výroby jednotlivých výrobních strojů nebo linek. Košturiak a Frolík v publikaci Štíhlý a inovativní podnik uvádějí desatero rychlé změny.

- Výměna a seřízení je plýtvání;
- Nikdy neříkejte „je to nemožné“;
- Zkrácení času seřízení je práce týmu, tým je třeba odměnit;
- Analýza přímo na pracovišti a videozáznam jsou nejlepší argumenty;
- Standardizuj proces seřízení;
- Připrav pomůcky a nástroje předem;
- Při výměně se pohybují ruce a ne nohy;
- Šrouby jsou nepřátelé – otočení každého závitu stojí čas – přítlačné pružinové spoje, páky a jiné rychloupínací pomůcky;
- Nastavování polohy „podle oka“ je třeba nahradit značkami, stupnicemi, dorazy;
- Bez měřeného tréninku se závod nevyhrává. [1]

Zavádění SMED není činností jen jednoho člověka, ale celého týmu, který může být tvořen z operátorů (dělníků), partáků, seřizovačů, údržbářů, technologů nebo mistrů.

Hlavní podmínkou před zaváděním SMED je získat spolupráci lidí přímo z výroby především mistrů. Pro získání aktivní spolupráce můžeme použít školení s podrobným vysvětlením důvodů, proč se tento nástroj zavádí. Při zavádění tohoto nástroje se běžně musí překonat námitky ve stylu, že velká dávka je stejně lepší. Především také i obavy

obsluhy ukázat možné rezervy, urychlení procesu seřízení z důvodu snížení doby jim danou na samotný přejezd. [17]

Zavádění metody SMED má čtyři fáze:

- analýza současného způsobu přestavby;
- návrh řešení;
- realizace opatření ke zlepšení;
- standardizace procesu a vyhodnocení realizace.

### **2.10.1 Analýza**

Celý postup metodiky vychází z důkladné analýzy přetypování, která se vykonává pozorováním přímo na pracovišti. Nejlepší pro vyhodnocení je mít celý proces přejetí zaznamenaný pomocí videokamery. Optimální je mít takto zaznamenaný proces přetypování od všech seřizovačů z daného pracoviště. Díky tomu je možné hledat rozdíly mezi styly práce u jednotlivých seřizovačů. Při analýze současného způsobu přestavby jsou definovány jednotlivé úkony, kterými se přestavba realizuje, a jejich doba trvání. Analyzuje se proces výměny a seřizování. V této fázi jsou zapisovány úplně všechny činnosti, které jsou při výměně nástrojů a při seřizování prováděny. Jedná se především o analyzování času prováděných kroků, proto je nezbytné zaznamenávat čas každé činnosti prováděné seřizovačem. Tímto se může například zjistit, že zbytečně moc času je zapotřebí pro přemísťování nástrojů, které by mohly být blíže, nebo vyjde najevo, že seřizovači nemají dostatečné znalosti technologií. V této analytické fázi se také využívá „Spaghetti diagram“ pro grafické znázornění pohybu obsluhy po pracovišti. Cílem analýzy je především definování úkonů, které musí být vykonávána nezbytně během samotného vypnutí zařízení (takzvané interní seřízení), a úkony, které lze vykonávat během provozu zařízení (takzvané externí seřízení).

### **2.10.2 Návrh řešení**

Cílem metodiky při návrhu řešení je přesunout co nejvíce interních činností do externích (předem vykonané nastavení rozměrů a polohy, zjednodušení upevňování, přípravky pro dávku, příprava pracoviště apod.). Tvůrce metodiky SMED Shingeo Shingo uvádí,

že provedeme-li analýzu, kolik dílčích interních operací je možné vykonávat jako externí, může být doba seřízení, kdy stroj není v provozu, zkrácena až o 30 – 50%. [1]

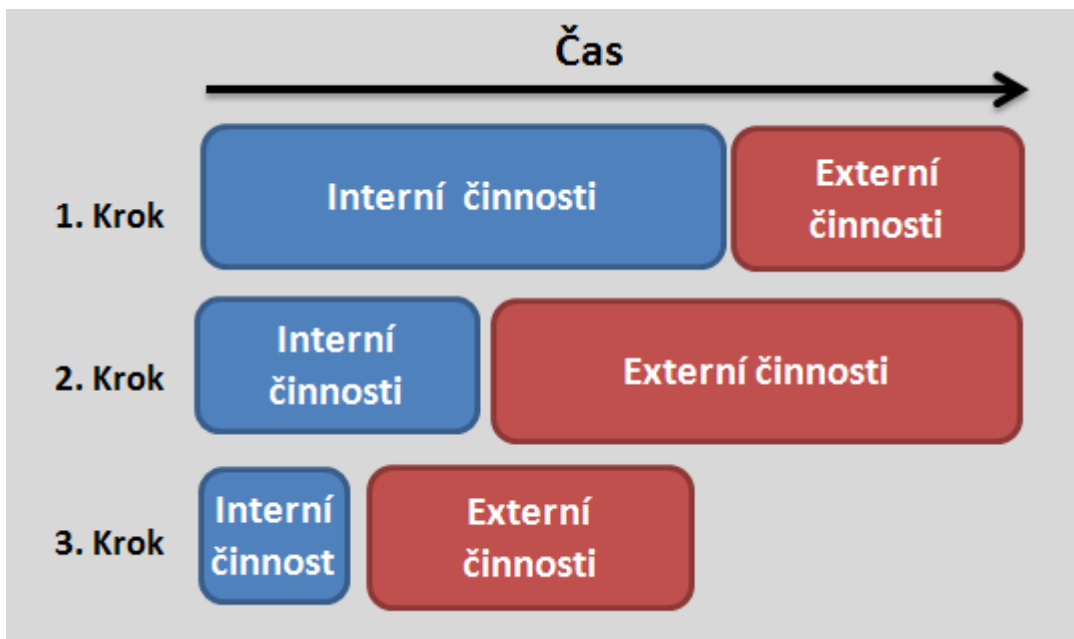
### **2.10.3 Realizace opatření ke zlepšení**

Radikálního zkracování časů na přetypování z několika hodin na několik minut se dosahuje postupně změnou organizace jednotlivých úkonů přetypování, standardizací postupu přetypování, tréninkem týmu, speciálními pomůckami a technickými úpravami stroje. Úmyslem je redukce doby interních a externích operací. Klíčem k řešení tohoto problému je hlavně organizací pracoviště a ostatních činností v dílně. Eliminace zbytečných procesů a to definováním rozměrů a polohy, které zabírají značný čas při všech typech přetypování. Z interních činností se snažíme eliminovat či přesunout na externí zejména činnosti:

- čas hledání (přípravků, nástrojů, měřidel...);
- čas čekání (na jeřáb, paletu, vozík...);
- čas chůze (při zjišťování polohy nástrojů, materiálu atd., chůze pro nástroje...);
- čas nastavení (nástrojů, měřidel...). [1]

Při plánování kroků pro seřizovací tým se doporučuje systém "papírových proužků" (jednotlivé kroky se napíší na papírové proužky, kde délka proužku odpovídá délce trvání kroku, např. 50 sekund = 5 cm, proužky se sestavují do harmonogramu pro jednotlivé členy seřizovacího týmu. Kroky se zkombinují tak, aby došlo k efektivní dělbě práce mezi osádkou, tam kde člen osádky má několik sekund pauzu, může něco podat či odložit druhému a zkrátit mu tak kousek času z jeho proužku. [17]

V této fázi zavádění metody SMED je vhodné použít analytickou metodou FMEA. Po této metodě můžeme definovat a omezit možná rizika, která mohou vzniknout při samotném seřízení.



Obrázek 3: Postup změn u interních a externích činností.

#### 2.10.4 Standardizace procesu

Podstatou je zacvičení a motivování pracovníků, kteří jsou vybaveni kvalitními návodkami a standardy ohledně nového postupu pro seřízení stroje. Při standardizaci také probíhá obeznámení s metodikou a novým postupem pro přetypování. To je možné i prostřednictvím tréninku, kdy jednotlivě seřizovači předvádějí nově nastavený postup pro seřízení. Dochází tedy nejen k fyzickému procvičení vytvořeného pracovního postupu seřízení stroje, ale zároveň k ověření správnosti přijatých opatření.

#### 2.10.5 Omezení a rizika při zavádění nástroje SMED

Při zavádění nástroje SMED se můžeme dopustit těchto chyb:

- Špatný výběr procesů – operace, které se vykonávají zřídka, anebo stroje, které nejsou úzkým místem;
- Příliš nízké cíle – např. zkrácení času ze 120 minut na 116 minut. V mnoha podnicích se zkracují časy na seřízení několik let, přičemž každý rok se dosáhne úspor 5 - 10 %. Tento proces je třeba radikálně urychlit;
- Tým SMED dosáhne zkrácení času během workshopu, ale proces se následně nestandardizuje a nevyhodnocuje – dosažené výsledky z workshopu nejsou běžné v provozu;



- Zavedení na zařízení kde nelze překonat technické limity. Další redukce času vyžaduje rozsáhlou technickou změnu zařízení;
- Finance - např. duplicitní nástrojové hlavy pro externí seřízení, rychloupínače, dostupnost nářadí apod.;
- Nejsou-li do redukce času na seřízení zapojeni přímo lidé z daného procesu, je akceptace navrhovaných změn v každodenní praxi nízká. [1]

Použití metodiky SMED zaručuje nejkratší možné trvání přenastavení do nového procesu v daných technických poměrech a lze dokázat, proč tomu tak je a na čem závisí eventuální další zkracování. Tento fakt má za následek, že ke zkrácení jsou přednostně využívána opatření, která "nestojí nic" a potenciál zlepšení je velmi brzo patrný. Pokud výsledkem je technická nebo organizační změna, která již "stojí peníze", lze jednoduše prokázat, jaké zlepšení a za jaké peníze obdržíme. Metodu SMED lze také použít i nestandardně např. pro zkracování rozsáhlých činností plánované údržby bez ohledu na jejich frekvenci opakování, kterých se účastní týmy údržbářů, ale také externí pracovníci.

## **2.11 Material replenishment and flow- JIT Material flow**

Výroba, která vyrábí a dodává jen to, co je vyžadováno, a přesně tehdy, kdy je to třeba, a přesně v tom množství, ve kterém je třeba. JIT a Jidoka jsou dva pilíře výrobního systému Toyoty. JIT spoléhá na vyrovnaní výroby (heijunka) a má tři důležité elementy: systém tahu, čas taktu a nepřetržitý proud výroby. [12]

### **2.11.1 Tahem řízený systém**

V systému tahu spouští výrobu a odběr zásob zákazník. Systém tahu je vyvolán zákazníkem případně interním zákazníkem každé operace. Výroba je tudíž koordinována přímo na výstupu a tedy proti toku materiálu. Je to tržně orientovaný přístup k výrobě. Systém tahu ve výrobě odstraňuje plýtvání, jež vzniká v důsledku tradiční výroby systému tlaku. Materiál v okamžiku, kdy je k dispozici, je přesouván směrem od začátku do konce k následným operacím. Systém tlaku je založen na předpovědi poptávky od zákazníků. Tímto systémem se nevyhneme nadvýroby nebo zpoždění v dodávkách.

Systém tahu můžeme rozdělit na dva systémy a to serial pull a broadcast pull.

Mezi metody serial pull patří kanban, Toyota production system, supermarket system, reorder point system (bod objednání) a JIT (just-in-time). Supermarket představuje sklad hotových výrobků nebo zásob, ve kterém je přesně definováno množství.

### **2.11.2 Kanban**

Zajišťuje flexibilitu výroby, kdy prostřednictvím krátkých průběžných dob ve výrobě je možné okamžitě přizpůsobit výrobu aktuálním požadavkům zákazníků. Vyrábí a dopravuje se jen to, co je aktuálně požadováno. Metoda je používána pro řízení výroby nebo dodávek především frekventovaných dílců, součástek a materiálu podle skutečných spotřeb zákazníků a montáže.

Přínosy Kanbanu:

- Rychlá reakce na požadavky zákazníka;
- Zvýšení produktivity práce;
- Redukce výrobních ploch;
- Zkrácení průběžné doby výroby;
- Snížení zásob;
- Snížení nákladů.

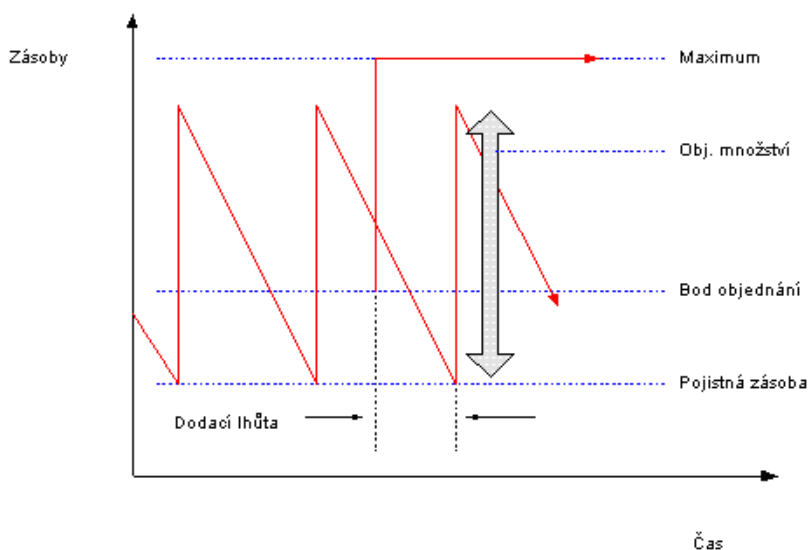
Výchozím principem kanbanu je princip supermarketu. Kanban systém používá karty a jiné vizuální signály k řízení toku výroby materiálu. Předcházejícím procesům signalizuje, kdy a co vyrábět, a upozorňuje na výskyt problémů nebo změn, které opravňují k zastavení výroby. Základní prostředky systému Kanban jsou:

- Kanban karta: využívá se pro přenos signálu (Kanban karta je někdy nahrazena jiným druhem signálu a to např. světlo, míček, volná plocha, obrácená přepravka aj.);
- Kanban tabule: místo, kde interní dodavatelé přebírají informaci o požadavcích interního odběratele, je základním vizuálním prvkem;
- Kanban schránka: slouží na odkládání kanban karet, kam odběratel vloží své požadavky. [1]

### 2.11.3 Heijunka

S Heijunka jsou procesy navrženy tak, aby umožňovaly snadný přechod mezi produkty a aby bylo možno vyrábět potřebné produkty v potřebný čas. Heijunka systém není založen na toku objednávek od zákazníka. To znamená, že se nevyrábí přesně podle toku objednávek od zákazníka, ale zakázky se kumulují do definovaných časových intervalů. Základní rozdíl od klasického kanbanu je v tom, že umožňuje navrhovat nejen výrokové množství, ale i výrokový mix v daném časovém úseku výroby. Zde není výrobní takt definován jen pro jeden výrobek, ale definuje společný násobek taktů jednotlivých typů výrobků. Heijunka kombinuje metody rozvrhování s vizuální tabulí, na které jsou s pomocí Kanban karet nebo průvodek definovány jednotlivé sekvence. Heijunka eliminuje plýtvání, rozvrhováním výrokového množství a mixu Heijunka, jak už vyplývá z její definice, nekopíruje přesný časový sled postupně přicházejících objednávek, což by často vedlo k nesouladu se stanovenou pracovní dobou, ale snaží se dle časového omezení kumulovat zakázky, aby nedocházelo k nepravidelnostem způsobených nepravidelnými zakázkami. Jde tedy jen o částečnou synchronizaci, neboť plná synchronizace přesně dle přicházejících objednávek by způsobovala určitá plýtvání, resp. vyšší náklady. [1]

Tahem řízené systémy jsou zaměřené na redukci plýtvání. Pouze se nahradí, co se zpracovalo. V praxi informačních systémů je dnes nejčastěji použita metoda reorder point. [19]



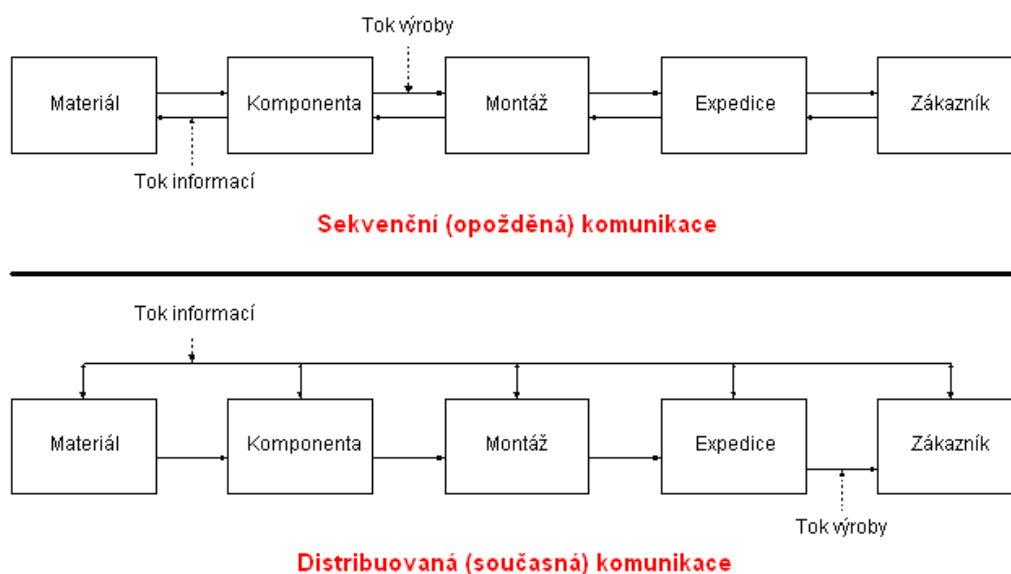
Obrázek 4: Metoda reorder point [19]

Zásoby se postupně čerpají. V momentě dosažení bodu objednání se vygeneruje požadavek ke zdroji v množství objednávané dávky. Rozdíl mezi bodem objednání a pojistnou zásobou by měl pokrýt průměrnou spotřebu za období rovné dodací lhůtě. Maximum je množství, které bude na skladě v nejhorším případě, kdy se v době objednání přestane položka spotřebovávat. Největší přínosy serial pull:

- zajišťuje akceptovatelnou úroveň rizika nedostatku položky – zlepšuje úroveň služeb zákazníkům;
- jednoduchá implementace – snižuje provozní náklady;
- nastavuje limity zásob – minimalizuje zahlcení skladů a snižuje průměrné zásoby. [19]

#### 2.11.4 Broadcast pull

Toto řízení tahu standardně není obsahem štihlé výroby, patří již do novějšího plánovacího systému APS (advanced planning and scheduling). Broadcast pull je primárně zaměřeno na redukci časového zpoždění. Princip se na rozdíl od serial pull liší tím, že žádný výrobek ani služba se neposkytne, dokud si zákazník nepoptá koncové položky. Jinými slovy: nahradí se to, co víme, že použijeme. U metod broadcast pull dochází k okamžitému informování všech zdrojů o budoucí poptávce a rovněž o změnách. Oproti serial pull tak můžou ihned na změnu reagovat. [19]



Obrázek 5: Schéma metody broadcast pull [19]

Při rozhodování jaký systém tahu použít je dobré vzít v potaz velikost jednotlivých zakázek.

Serial pull je vhodné pro hromadnou výrobu s relativně stabilní poptávkou, většinou výroba na sklad. Broadcast pull je vhodné pro položky zpracovávané v malém množství, často konfigurovatelné, tzn. výroba na zakázku, ale rovněž i pro hromadnou výrobu s relativně stabilní poptávkou, tedy výrobu na sklad. Pokud se použije správně, může vždy dosáhnout broadcast pull lepších výsledků než serial pull. Například ve skladech:

- broadcast pull (APS) – minimalizuje zásoby;
- serial pull – řídí maximální zásoby. [19]

Broadcast pull vyžaduje přesná data, která musí být v systému na čas. Broadcast pull je složitější na implementaci a vyžaduje více času a zdrojů než serial pull. Proto nejlepším řešením je kombinace obojího. [19]

### **2.11.5 Nepřetržitý proud výroby**

Snaha o plynulý tok materiálu se týká celého logistického řetězce od prvotních dodavatelů až ke konečným zákazníkům. Při implementaci se obvykle postupuje ze strany zákazníka.

Umožňuje nastavit tempo výroby navázáním procesů tak, aby se všude, kde to je možné, vyráběl vždy současně jen jeden kus. Tok jednoho kusu vede k úplnému odhalení skrytého plýtvání.

Mezi metody pro systém tahu patří například kanban, supermarket systém, reorder point systém (bod objednání).

JIT (Just In Time) je zásobovací strategie implementovaná za účelem zvýšení návratnosti investic, snížením zásob v procesu a s nimi spojených nákladů. Typický přínosy strategie JIT jsou:

- snížení přímé i nepřímé pracovní síly eliminováním činností nepřidávajících hodnotu;
- snížení výrobní a skladovací plochy na jednotku výstupu;

- snížení seřizovacích časů a skluzů díky kontinuálnímu výrobnímu procesu;
- snížení plýtvání, zmetků a víceprací detekováním chyb u zdroje;
- snížení průběžného času díky menším výrobním dávkám, takže následující pracoviště může poskytnout zpětnou vazbu při problémech s kvalitou;
- lepší využití strojů a zařízení OEE;
- lepší vztahy s dodavateli;
- lepší integrace a komunikace mezi funkcemi jako je marketing, nákup, návrh a výroba. [18]

JIT dosahuje dramatických zlepšení v návratnosti investic, kvalitě a efektivitě výrobní organizace.

Klíčovým předpokladem fungování JIT je zajištění tahového způsobu výroby, zásobování plynulého výrobního toku a vyrovnání operačních časů (= taktování výrobního procesu) [18]

## 2.12 Cell design

Uspořádání výrobní buňky je především důležité pro realizaci toku jednoho kusu. Košťuriak a kol. udává, že oblast přepravy, skladování a manipulace zaměstnává až 25% pracovníků, zabírá 55% ploch a tvoří až 87% času, který stráví materiál v podniku. Tyto náklady souvisejí s nesprávně navrženým layoutem, který je v mnoha podnicích hlavní příčinou plýtvání. Správný návrh výrobních buněk přináší úsporu ploch. [1]

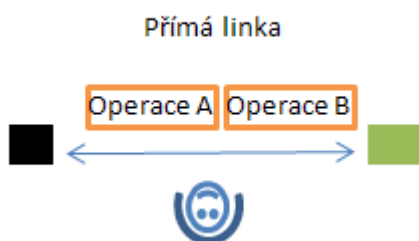
Uspořádáním výrobních buněk získáme:

- Přímý materiálový tok směrem k montážní lince a expedici;
- Minimalizaci přepravních vzdáleností mezi operacemi;
- Minimální plochy na zásobníky a mezisklady;
- Dodavatelé co nejbližší k zákazníkům (přes uličku);
- Přímocharé a krátké trasy, vzdálenosti pro chůzi mezi operacemi se zkracují;
- Komunikace mezi lidmi se zvyšuje;
- Minimální průběžné trasy;
- Sklady v místě spotřeby, vizuální kontrola počtu dílů v přepravce nebo na skladovací ploše;

- Odstranění dvojnásobné manipulace;
- FIFO a tahové systémy, Kanban;
- Buňkové uspořádání, segmentace a spine layout;
- Flexibilita s ohledem na variabilitu produktu, výrobní množství a změny výrobního layoutu
- Nízké náklady na instalaci; [1]

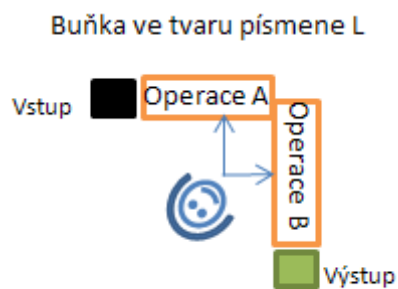
Zařízení se řadí dle dvou systémů. První je technologickém systému, kdy jsou jednotlivé strojní skupiny rozloženy podle své technologické podobnosti (CNC stroje, vrtačky, brusky, frézky...). Lean především používá produktový systém. V tomto systému je zohledněn technologický postup daného produktu či skupiny produktů.

Geometricky tvar buněk bývá především ve tvaru písmene „U“, ale může mít i jiné tvary jako souvislou řadu nebo seřazení buněk do tvaru písmene „S“. Nejjednodušší sestavení buňky je do přímé linky. Zde se operátor při obsluze obou procesních kroků pohybuje ze strany na stranu.



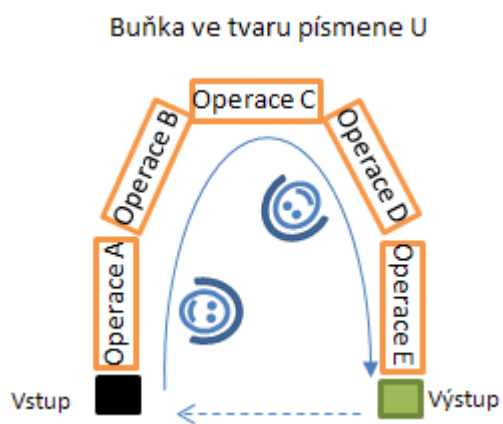
**Obrázek 6:** *Tvar buňky- přímá linka [1]*

Výrobní buňka může mít i tvar L, kde se operátor při obsluze obou procesů obrací do strany.



**Obrázek 7:***Tvar buňky- L [1]*

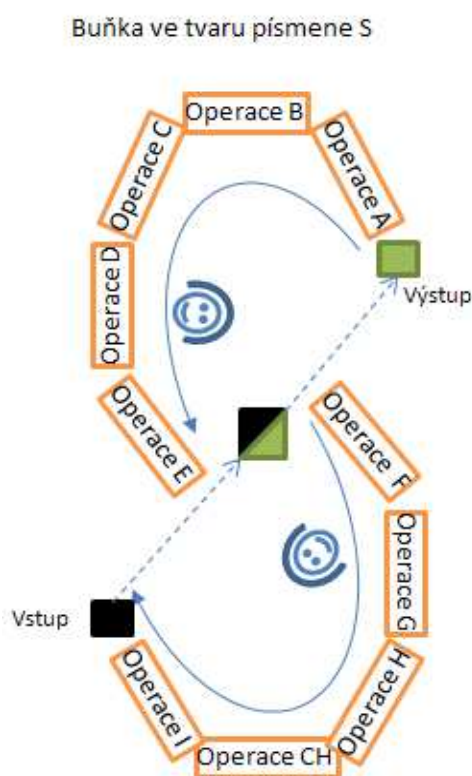
Jeden z nejpoužívanějších tvarů je seskupení výrobní buňky do písmene U. Prostory vstupu a výstupu jsou umístěny ve vzájemné blízkosti.



**Obrázek 8:***Tvar buňky- U [1]*

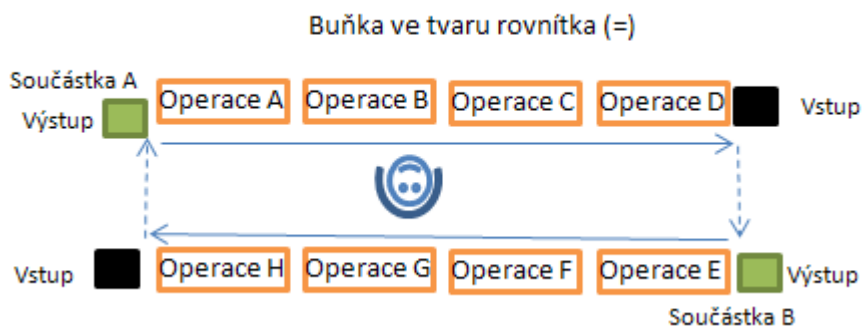
Další z možností je také seskupení pracoviště do tvaru písmene S. Zde se spíše jedná o zkombinování dvou výrobních buněk tvaru U.





Obrázek 9: Tvar buňky- S [1]

Také lze dát dvě přímé linky proti sobě a vznikne nám buňka ve tvaru rovnítko. Tento tvar je velmi variabilní pro jednotlivé výrobní skupiny. Přímé linky jsou oproti výrobním buňkám tvaru U úsporné na prostor. Dají se dát podél cest, stěny apod. Jednou z hlavních výhod výrobních buněk je flexibilita. Díky tomu, že zařízení jsou od sebe v minimální vzdálenosti, se může operátor pohybovat v buňce a obsluhovat více strojů. Změnou počtu operátorů je potom možné pružně měnit výkon buňky a přizpůsobovat ho požadavkům zákazníků. [1]



Obrázek 10: Tvar buňky- (=) [1]

Mezi zásady pro uspořádání buněk patří:

- výstup jedné operace je vstupem druhé operace;
- těsné uspořádání strojů s možností obsluhy více strojů současně;
- v buňce U jsou první a poslední operace u sebe, aby je mohl vykonávat jeden operátor;
- počáteční a koncový bod operátora je blízko u sebe;
- vyvážený materiálový tok bez zásobníku, palet a kontejnerů;
- maximální využití gravitace při manipulaci mezi operacemi;
- malé přepravky a manipulační zařízení;
- redukce ploch mimoúrovňovou manipulací;
- nářadí a pomůcky jsou umístěny co nejbližší, přípravky jsou rozděleny na jednotlivá zařízení, všechny nezbytný pomocný a provozní materiál je v dosahu rukou a v takovém pořadí v jakém se používá;
- žádné překážky pohybu operátora (dopravníky, zábradlí, skříňky, řídicí panely, přepravky) v prostoru buňky;
- flexibilita pro rychlou a jednoduchou reorganizaci buňky, mobilita zařízení;
- polotovary a vstupující součástky jsou skladovány blízko místa spotřeby a jsou snadno dosažitelné operátorem;
- mezisklady jsou umístěny blízko buněk, které zásobují.[1]

## 2.13 3P Proces

3P skrývá slova production preparation process neboli příprava výrobního procesu. 3P můžeme použít v každé fázi životního cyklu výrobku pro odstranění nákladů a tím zvýšení zisku. Tento přístup hledá a prověřuje možnosti, jak dosáhnout potřeb zákazníka při nižší časové náročnosti, materiálových požadavcích a celkových nižších kapitálových nákladech. Tato metoda zpracování a implementace nových produktů nebo procesů je za použití koncepcí Kaizen. 3P slouží pro navržení nové výroby nebo kompletní předělání stávajícího procesu nebo může být zaměřen na samotný produkt. Tento nástroj může být použit jen na jeden konkrétní stůl nebo na celou výrobní halu. Je to jeden z nejúčinnějších transformačních nástrojů a ve větším měřítku ho mohou použít

jen firmy, které mají již nějaké zkušenosti se štihlou výrobou. Cílem 3P je především splnit požadavky zákazníka a odstranit plýtvání prostřednictvím nového návrhu procesu. 3P je metoda jak navrhnout výrobní proces od úplného začátku. Pro použití nástroje 3P je zapotřebí mít v týmu osoby z různých oblastí výroby (dělník, mistr výroby, technolog, logistik, design inženýr, údržbář, ...). Všechny tyto osoby znají problematiku jednotlivých částí výroby a přinesou do návrhu mnoho myšlenek a nápadů, které usnadní a zlevní výrobu. Při návrhu výrobního procesu se používají další nástroje štíhlé výroby tak, aby budoucí výroba byla praktická pro operátory a splňovala podmínky pro systém řízený tahem.

Kdy lze metodu 3P použít:

- při vývoji nového výrobku začínáme co nejrychleji s implementací štíhlého myšlení;
- ověření očekávaných nákladů na výrobu;
- při závažné změně konstrukce produktu;
- výrazná změna objemu výroby, ověření realizovatelnosti změn v procesu;
- přemístění výroby na nové místo, příležitost k zeštíhlení procesu. [20]

### **2.13.1 Průběh zavedení 3P**

#### **Fáze (návrh)**

Tým stráví několik dní nad vývojem několika návrhů. Je vhodné samotný tým na začátku proškolit z nástrojů Cell design, JIT material flow (system tahu), SMED apod. Při tvorbě návrhů se používají metody brainstormingu. Tedy každý nápad a myšlenka jsou vítány. Všechny zúčastněné osoby jsou motivovány k aktivitě. Především v této fázi musí panovat dobrá nálada, aby se členové týmu odpoutali od stávajícího známého systému a hledali nestandardní řešení. Projektový tým se dále snaží najít příklady z přírody k jednotlivým procesům či částem výrobku. Zde pak přichází diskuze nad jednotlivými příklady, jak určené znázornění z přírody fungují. Především jde o to, jak můžeme přirozený proces aplikovat na danou výrobu či produkt. Například pro návrh uchycení může být inspirací ptačí pařát, lidská ruka, zvířecí dráb. Vzniklé myšlenky se dají na papír a každý člen nebo skupina vytvoří návrh procesu nebo produktu. Tyto návrhy se dále prezentují a okomentují. Každý návrh je bodově ohodnocen. Hodnotí se oblasti jako proveditelnost, rychlost výroby, vliv na kvalitu, rozloha výroby apod. Podle tohoto hodnocení se vezmou nejlepší myšlenky z různých návrhů a zkombinují se do třech finálních návrhů.

#### **Fáze (test)**

Ve fázi testu jde o sestavení a vyzkoušení vytvořených návrhů. Jde o vymodelování těchto nápadů do skutečné podoby. K zhotovení modelu použijeme papírové krabice a dřevěné laťky. V tomto 3d modelu výroby se provede simulace výrobního procesu se skutečnými takty. Vše se zaznamená na video pro možnost bližšího rozboru. Takto jsou zhotoveny a odzkoušeny všechny tři návrhy.

#### **Fáze (výběr)**

Výběr se provádí na základě získaných dat při simulaci výrobního procesu. Při hodnocení jednotlivých návrhů se zaměřuje na jednotlivé druhy plýtvání. Jsou tedy návrhy hodnoceny z pohledu zbytečných pohybů operátora, manipulace s materiálem, manipulace s přípravky a náradím, tok informací ohledně zakázky. Dále jsou hodnoceny návrhy z pohledu bezpečnosti, prostoru, tak time, průchodnost materiálu. Pro návrh s největším počtem bodů je stanoven implementační plán, který je finálně realizován.

## 2.14 Voice of the costumer

Voice of Customer je přístup k zákazníkovi, jak přímo získat kvalitní zpětnou vazbu od zákazníka. Většinou se týká oblasti kvality, dodávek, plánování a ceny. Nejlepší způsob, jak zjistit čeho si zákazník cení, je se ho přímo zeptat. Tento proces hodnocení z dotazu na zákazníka se nazývá „Hlas zákazníka“ (angl. VOC = Voice Of Customer“). Zákazník je tedy zde přímo zapojen do zlepšovacího procesu a to tím, že je dotázán na věci ohledně spokojenosti na dodávky, kvalitu dodávaného produktu a na plnění našich obchodních závazků.

Zásady pro dotazník:

- Dotazník by měl obdržet každý zákazník ve stejném termínu.
- Každá otázka má stejnou váhu, ke každé odpovědi je přiřazena číselná hodnota od 1 do 7, ke každému dotazníku bude spočtena výsledná hodnota a to z průměru všech hodnot z každé odpovědi.

1	2	3	4	5	6	7
Zásadně nesouhlasí	Nesouhlasí	Spíše nesouhlasí	Neutrální	Spíše souhlasí	Souhlasí	Zásadně souhlasí

**Tabulka 4:** Škála hodnocení.

Níže je ukázka otázek, které používá firma Tyco Electronics EC Trutnov s.r.o.. Skládají se ze čtyř oblastí a to Integrita, zodpovědnost, týmová práce a inovace.

<b>Integrita</b>	<b>1</b>	Jsem spokojen se zpětnou vazbou na informace požadované od tohoto závodu
	<b>2</b>	Jsem spokojen s plněním závazku tohoto závodu v kvalitě a dodávkách
<b>Zodpovědnost</b>	<b>3</b>	V porovnání s požadavky mé firmy jsem spokojen s celkovými výkony tohoto závodu
	<b>4</b>	V porovnání s požadavky mé firmy jsem spokojen s kvalitou produktů a/nebo služeb poskytovaných tímto závodem
	<b>5</b>	V porovnání s požadavky mé firmy jsem spokojen s dodávkami produktů a/nebo služeb poskytovaných tímto závodem
<b>Týmová práce</b>	<b>6</b>	Jsem spokojen s bezproblémovým průběhem vzájemné spolupráce
	<b>7</b>	Jsem spokojen se zákaznickou podporou poskytovanou tímto závodem
<b>Inovace</b>	<b>8</b>	Jsem spokojen s přístupem, zdvořilostí a profesionálním vystupováním zaměstnanců tohoto závodu
	<b>9</b>	Jsem spokojen s úsilím závodu poskytovat nová a kreativní řešení k uspokojení potřeb mé firmy
	<b>10</b>	Jsem spokojen s flexibilitou závodu, se kterou reaguje na změny potřeb mé firmy

**Tabulka 5: Otázky pro zákazníka. [9]**

### **3 Implementace štihlé výroby**

#### **3.1 Popis firmy TE Connectivity**

TE Connectivity je předním světovým výrobcem elektronických součástek pro síťové propojení, podmořské telekomunikační systémy, rozvody energie, bezdrátové systémy pro nouzovou komunikaci, radary na obranu a dalších. Společnost navrhuje a vyrábí produkty pro zákazníky z více než 150 zemích světa a to z různých průmyslových odvětví, např. automobilové, datové komunikační systémy, spotřební elektroniky, telekomunikace, letectví, energie a osvětlení. Je to společnost s šedesátiletou historií. Americká společnost TE Connectivity s tržbami 14,4 miliard USD za obchodní rok 2011 je globálním lídrem a největším světovým dodavatelem pasivních elektronických komponentů. Navrhuje a vyrábí přibližně 500 000 jedinečných produktů pro více než 200 000 zákazníků po celém světě z různých průmyslových oborů, od komponent automobilového průmyslu až po příslušenství k fotoaparátům a počítačům. TE Connectivity zaměstnává 80 000 zaměstnanců ve více než 50 zemích po celém světě.

##### **3.1.1 Popis firmy Tyco Electronics EC Trutnov s.r.o.**

Tyco Electronics EC Trutnov s.r.o. je součástí americké společnosti TE Connectivity. V trutnovském závodě se vyrábí komunikační a síťová relé, konektory, speciální odpory, výlisky pro kabelové systémy, plastové identifikační a ochranné prvky pro kabeláže a tisk štítků různými technologiemi a další elektronické součástky. Tržbami i počtem zaměstnanců patří mezi největší firmy v Královéhradeckém kraji. Tyco Electronics EC Trutnov s.r.o. je dynamicky se rozvíjející se firma a s 1200 zaměstnanci patří mezi největší zaměstnavatele v regionu a k největším závodům v Evropě v rámci mateřské společnosti. [9]

#### **3.2 Výroba HTS**

Tato diplomová práce je především zaměřena na zavedení Leanu pro výrobu konektorů HTS ve firmě Tyco Electronics Trutnov s.r.o.. Konektory HTS jsou vysokozátěžové průmyslové konektory s širokým rozsahem použití. Jedná se o konektory určené především pro "těžké" prostředí, jako např. průmysl, doly, rozvaděče, železnice,

chemický průmysl, průmyslové stroje a zařízení, energetická zařízení, lodní průmysl atd. HTS konektory jsou vyráběny s krytím IP 40 až po IP 68. Některé z těchto vysokozátěžových konektorů slouží pro přenos el. proudu až do 500A.



**Obrázek 11: Konektory HTS [9]**

Mezi největší zákazníky, kteří tyto konektory odebírají, patří:

- Siemens;
- Bombardier Inc.;
- ABB;
- Heidenhain;
- Krauss Maffei;
- Heidelberg;
- Franz Kessler.

Roční produkce činí 600 tis. ks konektorů, 6 mil. ks komponent pro konektory. V roce 2008 tato výroba získala certifikát IRIS (International Railway Industry Standard). Certifikace podle IRIS je orientována na systémy managementu jakosti dodavatelů železničního průmyslu.

### **3.1 Analýza současného stavu pomocí VSM**

Pomocí VSM budeme hledat úzká místa ve výrobě HTS. Prostřednictvím VSM se lze seznámit s výrobou a zmapovat celý tok materiálu. Jak již bylo výše uvedeno, výroba HTS se zabývá produkcí vysokozátěžových průmyslových konektorů. Tyto konektory musí projít řadou operací, aby splňovaly vysoké požadavky zákazníka. Finální konektor HTS se skládá z hliníkového krytu, v kterém je umístěn insert s kontakty. V níže



uvedených tabulkách č. 6 a č. 7 jsou uvedeny úpravy, kterými odlitky procházejí. Celkem je 150 základních tvarů odlitků, ze kterých se vyrábí celkem 2900 finálních produktů. Tyto finály se od sebe liší barvou, vstupními komponenty, typem závitů pro kabelovou vývodku a typem uchycení konektoru. Samotná výroba HTS se skládá z tří základních procesů a to obrábění, lakování a montáž. Prvním procesem je obrobna, kde hliníkový odlitek prochází procesy jako frézování, vrtání, závitování. Pro tyto účely jsou použity CNC stroje, vrtačky a závitořezy. V poslední fázi na obrobne je obrobek očištěn od špon a odmaštěn. Dalším procesem je lakování, kde probíhá nanesení práškové barvy a její vypálení v plynové peci. Po nalakování prochází konektor opět kontrolou. Posledním procesem je montáž, kde je již konektor kompletován a zabalen a připraven na expedici k zákazníkovi.

Prvním krokem pro analyzování procesu pomocí VSM byl sběr dat. Data byla získána přímo měřením ve výrobě a ze systému pro řízení výroby SAP. Tabulka č. 6. a č. 7. uvádí tyto získané a vypočtená data z, která jsou podkladem pro vytvoření VSM.

Obrobna							
	Vrtání	Závitování	CNC Obrábění	Omílání	Mytí	Kontrola	Jednotky
Výrobní cyklus (jeden kus)	21	26	65	12	13,9	22	sec
Přeseřízení stroje na jiný produkt	9	20	35	0	0	0	min
OEE	58	66	39	36	36	78	%
zmetky	0,1	0,03	0,3	0	0	0	%
Dostupný čas (rok)	3921,5	3921,5	3921,5	3921,5	3921,5	3921,5	h
Výrobní čas (týden)	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5	h
Max. produkce za hodinu	171	139	55	300	259	163	Ks
Batch (průměrná dávka)	232	211	142	186	198	181	Ks
Počet osob	2	2	4	1	1	1	Osob
Zásoba před pracovištěm (WIP)	0,23	0,17	0,47	0,09	0,12	0,15	den

**Tabulka 6: Data pro VSM (Obrobna).**

	Lakovna		Montáž			
	Lakování	Kontrola	Ruční montáž (nýtování lepení)	Kontrola	Balení	Jednotky
Výrobní cyklus (jeden kus)	20,5	14,4	47	20,2	19,2	sec
Přeseřízení stroje na jiný produkt	20	0	8	0	0	min
OEE	58	48	41	53	48	%
zmetky	0,45	0	0,1	0	0	%
Dostupný čas (rok)	3921,5	3921,5	3921,5	3921,5	3921,5	h
Výrobní čas (týden)	77,5	77,5	77,5	77,5	77,5	h
Max. produkce za hodinu	176	250	77	178	187,5	Ks
Batch (průměr)	154	154	124	154	154	Ks
Počet osob	5	1	3	2	2	Osob
Zásoba před pracovištěm	0,25	0,04	0,36	0,07	0,16	den

Tabulka 7: Data pro VSM (lakovna, montáž).

### 3.1.1 Ukázka výpočtu dat pro VSM

Způsob jak byly získány jednotlivé údaje pro VSM, jsou níže uvedeny pro první operaci vrtání.

**Výrobní cyklus** je dán normou pro danou operaci. Jedná se o minimální čas, který je zapotřebí na opracování jednoho kusu. V případě vrtání je norma na tento úkon 21 vteřin. V tomto čase jsou zahrnuty úkony jako vyjmutí dílu z koše, upnutí do přípravku, obrobení, vyjmutí z přípravku, hrubé očištění dílu a jeho uložení mezi opracované kusy.

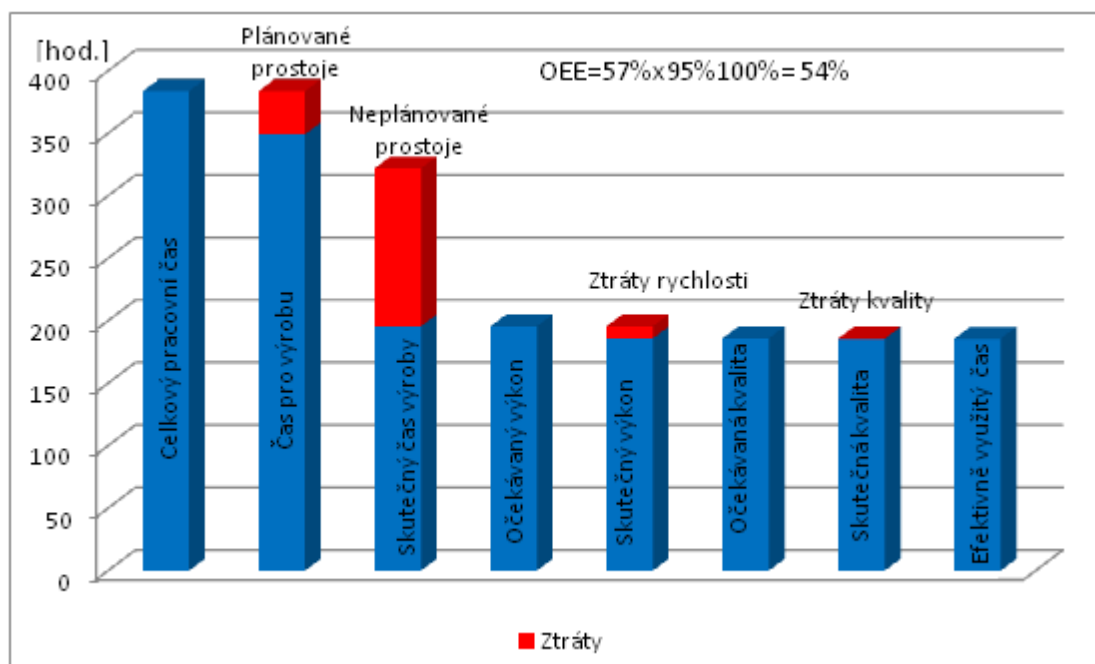
**Přeseřízení stroje** na jiný produkt je dán normou.

**OEE** jak již bylo v předchozí kapitole popsáno, se skládá ze tří částí (OEE = dostupnost \* produktivita \* kvalita).

Pro výpočet OEE byla použita data za jeden měsíc.

Vrtačky byly plánovány vyrábět pět dní v týdnu a to v dvousměnném provozu. Tento pracovní režim znamená potenciálních 16,5 pracovních hodin. Tedy za měsíc srpen to činí 379,5 hodin. Od těchto maximálně možných hodin odečteme plánované prostoje (plánovaná údržba, přestávky). Zbude nám 341,7 hodin, kdy je stroj připraven vyrábět. Ve skutečnosti stroj vyráběl pouze 195,6 hodin. Tedy dostupnost je 57 %. Stroj celkem

za tuto dobu obrobil 31 874 kusů. Norma na jeden kus je 21 vteřin. Z toho plyne, že by mělo být výrobou 31 874 kusů stráveno 185,94 hodiny. Výkon je tudíž 95 %. Poslední složkou je kvalita. Na stroji bylo za měsíc srpen vyrobeno 41 neshodných dílů. Při taktu 21 vteřin to znamená, že výroba zmetků trvala celkem 0,24 hodin. Tento ztrátový čas je natolik zanedbatelný, že po zaokrouhlení má kvalita 100 %. Celkové OEE je tedy  $57 \% \times 95 \% \times 100 \% = 54 \%$ . Jinak řečeno z 342,7 pracovních hodin, bylo pro efektivní výrobu, kdy je přidávána hodnota k výrobku, odvedeno pouze 185,94 hodin.



Graf 1: OEE vrtačky.

Na pracovišti pro vrtání jsou k dispozici dva stroje. Pro jeden jsme spočítali OEE na 54% druhý stroj má OEE 62%. Průměrem těchto hodnot získáme efektivitu 58%, kterou použijeme pro VSM.

**Zmetky** - jak již bylo uvedeno, stroj vyráběl 31 874 kusů a z toho bylo 17 zmetků. Z celkového množství to tedy činí 0,12% zmetkovitosti.

**Dostupný čas** za rok 2011 je spočítán z 253 pracovních dní při dvousměnném provozu (15,5 hodin za den). Dostupný čas pro výrobu je za rok 3921,5 hodin.

**výrobní čas** za týden při dvousměnném provozu je 77,5 hodin.

**Maximální produkce** je vypočtena z výrobního cyklu. Maximální produkce za hodinu je  $3600 / 21 = 171$  kusů.

**Batch** neboli dávka je průměrné množství obrobku na jednu zakázku.

**Počet osob** vyznačuje nejčastější přerozdělení lidí na jednotlivých pracovištích.

**Zásoba před pracovištěm.** Fyzicky byly v jednom okamžiku spočítány kusy čekající přímo před každou z operací. Na obrobě se nacházelo 1 892 obrobků, které čekaly na operaci vrtání. Při výrobním taktu 21 vteřin na kus a obrábění na dvou strojích současně, je tato zásoba na 5 hodin a 31 minut. Jelikož navážení materiálu je prováděno pravidelně po čtyřech hodinách, není sice hodnota ideální, ale můžeme konstatovat, že je přijatelná. Například u operace omílání byla zásoba materiálu jen na 2,16 hodiny. Mohlo by se zdát, že po skončení této doby dojdou obrobky a pracoviště nebude využito. Musíme počítat s tím, že za tuto dobu budou dokončeny operace i na ostatních pracovištích a obrobky se posunou směrem k procesu omílání. Operace vrtání je jako první a proto je nutné zde mít větší zásobu na překlenutí doby mezi navážením materiálu.

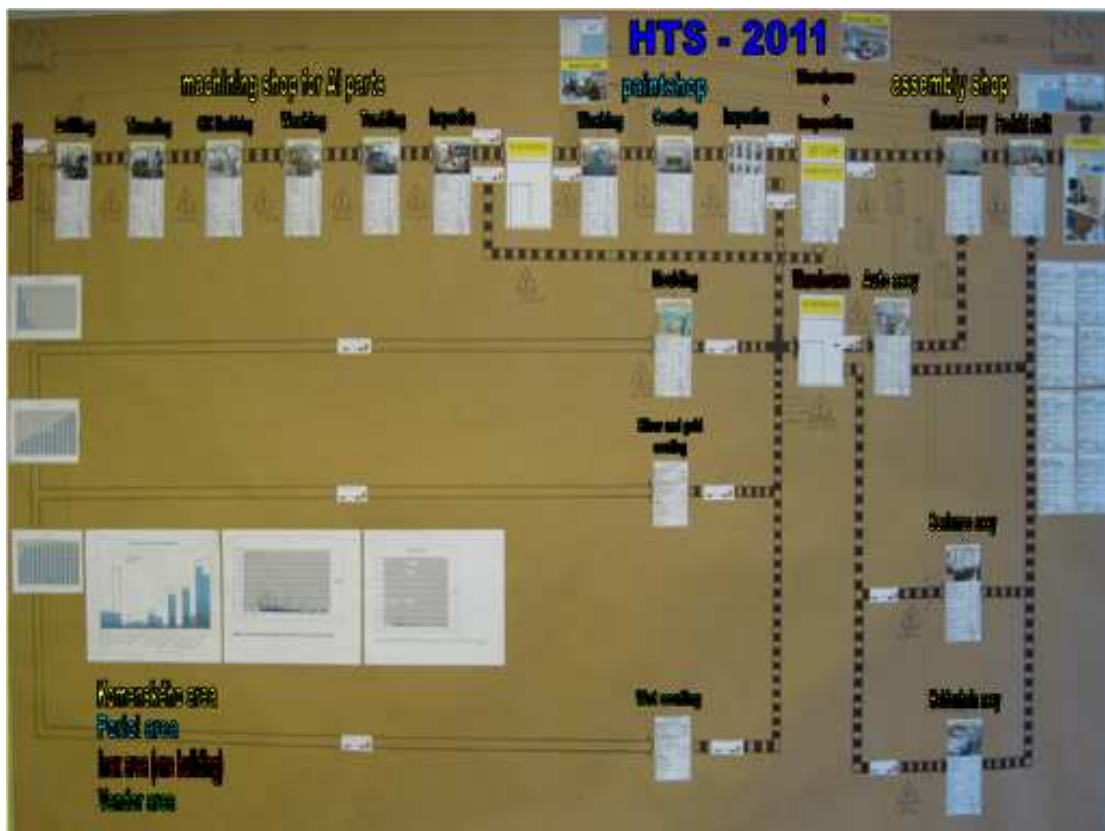
Dále se i zaměříme na samotný tok materiálu a jeho přesuny mezi pracovišti.

č.	činnost	Vzdálenost transportu na pracoviště (m)	Výrobní čas (vteřiny)	Doba zpracování zásob před pracovištěm (den)
2	vrtání	5	21	0,23
4	závitování	1	26	0,17
6	CNC obrábění	5	69	0,47
8	Omílání	20	12	0,09
10	Mytí	3	13,9	0,12
12	Kontrola	4	22	0,15
14	Lakování	5	20,5	0,25
16	Kontrola	7	14,4	0,04
18	Ruční montáž	53	47	0,36
20	Kontrola	8	20,2	0,07
22	Balení	2	19,2	0,16
24	Výstupní kontrola	2	4,5	0,25
Celkem		115	289,7 s	2,36 dní

**Tabulka 8: Tok materiálu.**

Z výše uvedené tabulky je patrné, že průměrný produkt urazí celkem ve výrobě 115 m a na obrobek čeká 2,36 dne, zatímco samotná doba, kdy je k produktu přidávána hodnota, je pouhých 4,83 min.

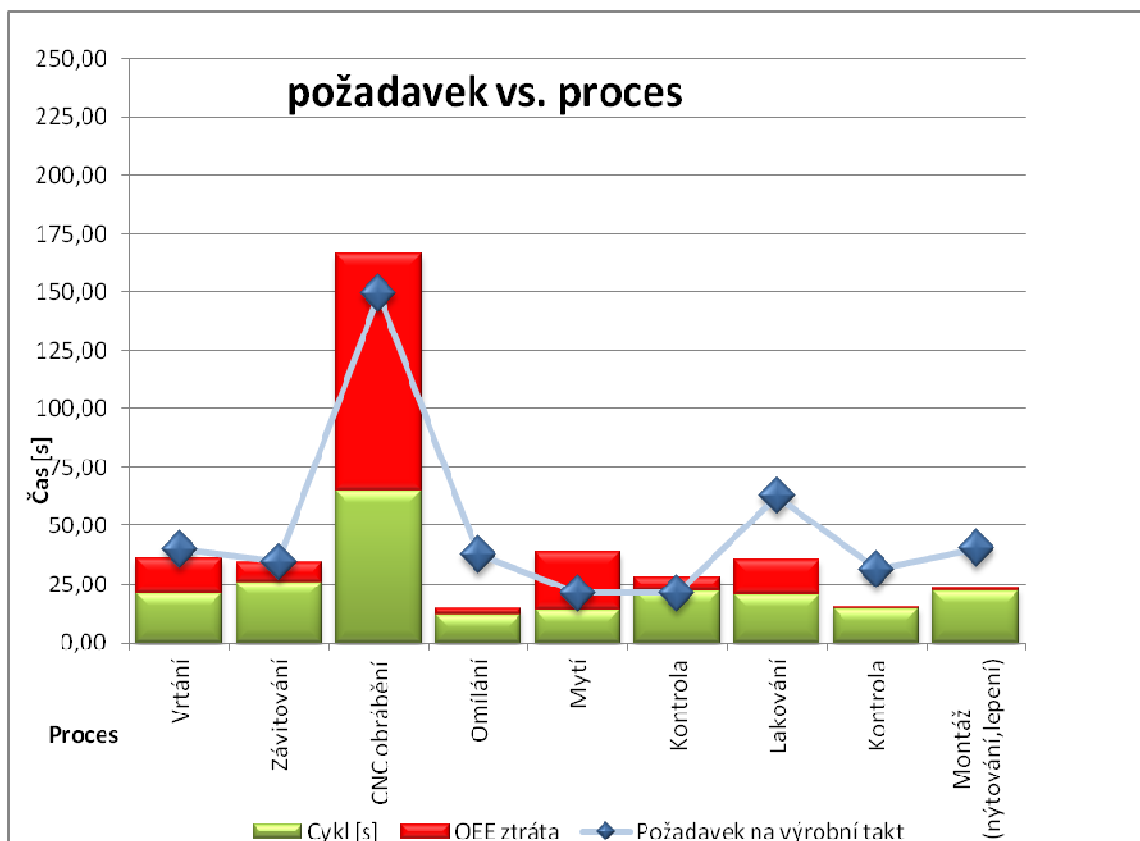
Na základě těchto dat byla vytvořena samotná VSM mapa. Obrázek č. 12 ukazuje vytvořenou VSM mapu, která byla překreslena do elektronické podoby. Elektronická podoba je součástí přílohy této diplomové práce (příloha č. 1).



Obrázek 12: VSM pro výrobu HTS.

### 3.1.2 Srovnání zákaznického požadavku a výrobního procesu

Při tvorbě VSM jsme získali veškeré potřebné údaje, abychom mohli posoudit, zda jsme schopni kapacitně uspokojit zákazníka. Zákaznický takt, tedy jeho požadavek, musí být vyšší než samotný výrobní cyklus. V grafu „požadavek vs. proces“ je srovnání výrobních cyklů navýšených o ztráty vypočtené pomocí OEE a zákaznického taktu. Tento zákaznický takt vychází z požadavků logistiky a tak reflektuje skutečné aktuální požadavky zákazníka.



Graf 2: Požadavky vs. Proces.

Proces	Výrobní cykl [s]	OEE	OEE ztráta	Celkový cykl	Takt (požadavek na cykl [s])
Vrtání	21,00	58%	15,207	36,21	39,88
Závítování	26,00	66%	8,211	34,21	34,53
CNC obrábění	65,00	39%	101,667	166,67	149,17
Omílání	12,00	82%	2,634	14,63	37,82
Mytí	13,90	36%	24,711	38,61	21,23
Kontrola	22,00	78%	6,205	28,21	21,23
Lakování	20,50	58%	14,845	35,34	62,69
Kontrola	14,40	95%	0,758	15,16	31,35
Montáž (nýtování, lepení)	21,90	95%	1,153	23,05	40,24

Tabulka 9: Požadavky vs. proces

Při srovnání zákaznického taktu a výrobních cyklů je jednoznačně největší problém u CNC obrábění. Zde díky ztrátám tyto stroje nepokryjí produkci požadovanou zákazníkem v nastaveném směnovém modelu, a proto se budeme tímto procesem dále zabývat. Aktuálně je tento kapacitní problém řešen mimořádnými směny na zmíněných CNC strojích. Dalšími úzkými místy jsou pracoviště mytí a kontrola a

potenciálně je i rizikové pracoviště vrtání. Z předešlé analýzy a znalostí lean se nabízí následující úkoly, pro zefektivnění či zeštíhlení procesu.

- prozkoumat ztrátové časy na pracovišti CNC obrábění;
- zavedení TPM na CNC;
- provedení QCO a optimalizace seřízení na CNC;
- vytvoření Standard worku pro pracoviště CNC.

### **3.2 Analýza pracoviště CNC pomocí OEE**

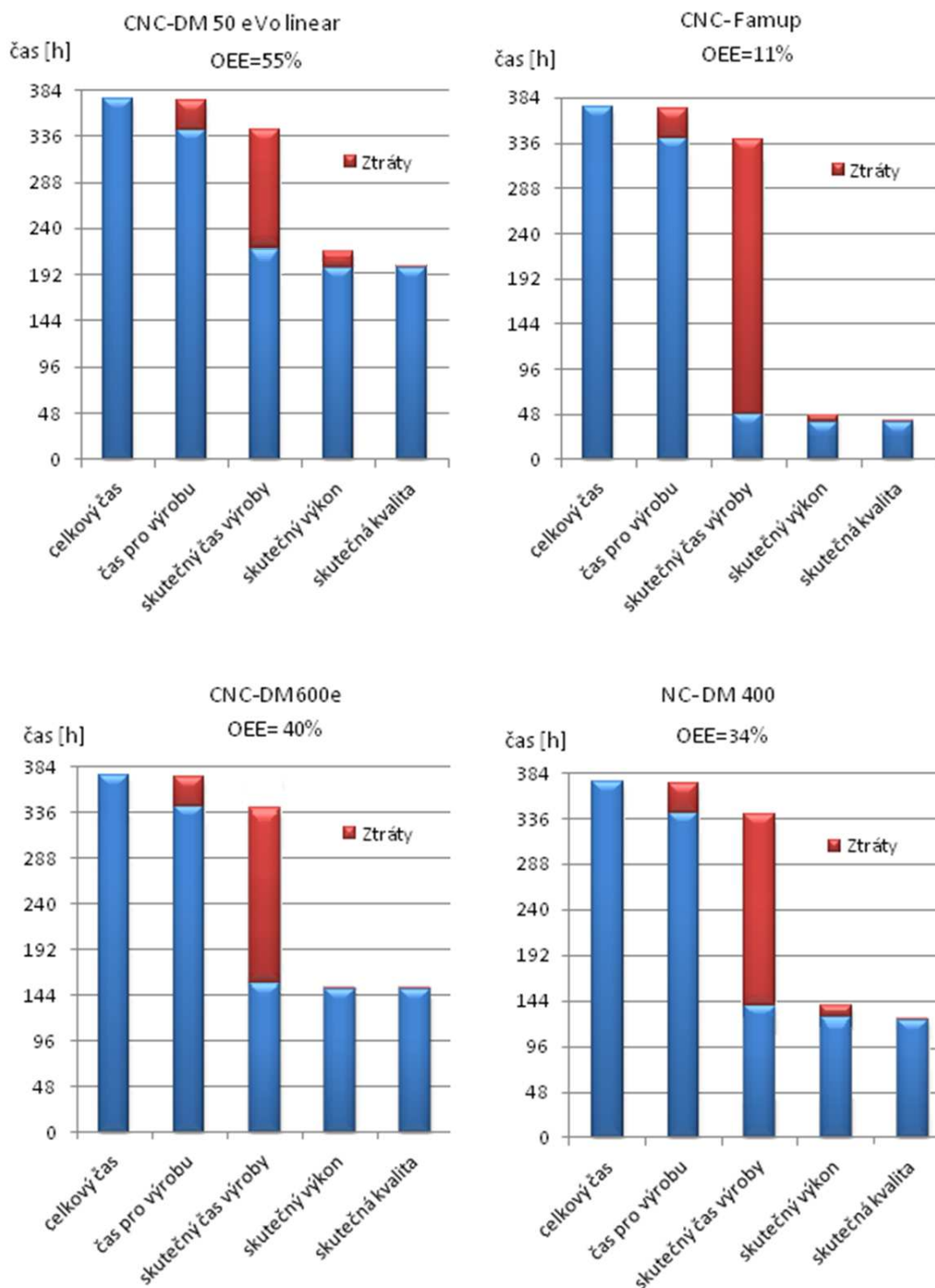
Jak již jsme v předchozí kapitole identifikovali, jako kritické místo bylo označeno obrábění na CNC strojích. Pro podrobnější získání informací ohledně plýtvání na CNC strojích použijeme rozbor pomocí OEE. Aktuálně se na obrobne nachází tři CNC stroje a jedna NC frézka.

Jedná se o stroje:

- CNC Famup;
- CNC-DM 50 evo linear;
- NC- DM 400;
- CNC-DM600e.

Bohužel tyto stroje mají svá omezení, to znamená, že každý ze strojů je specializován jen na některé operace nebo typy obrobků. Nelze tedy jednoduše přesunout prováděnou operaci z jednoho stroje na druhý. Ve většině případů je to zapříčiněno způsobem upínání odlitku. Každý stroj používá jiný styl upínání a to hydraulické nebo mechanické, dále je i rozdíl v počtu upnutých odlitků a místě sevření odlitku. Díky těmto omezením nejsou stroje zaměnitelné a tím rovnoměrně vytíženy. To znamená, že stroj, který je jeden týden plně vytížen i když ostatní stroje mají nedostatek zakázek, tak následující týden může být situace naprosto odlišná. Následující grafy znázorňující efektivnost těchto strojů. Pro vyjádření OEE byli vyhodnoceny data za jeden měsíc.





**Graf 3: Přehled OEE pro CNC stroje**

Všechny čtyři stroje vykazují velmi nápadný rozdíl mezi časem pro výrobu a skutečným časem výroby. Tento rozdíl je způsobený z větší části tím, že nebyly naplánovány

zakázky na daný stroj. Dalším podstatným důvodem jsou seřizovací časy a poruchy stroje. Níže uvedená tabulka blíže specifikuje tento rozdíl. Ztráty způsobené výrobou zmetků nebo rychlostí stroje jsou zanedbatelné oproti výrobním prostojům.

Využití času pro výrobu		CNC-Famup	CNC- DM 600e	CNC-DM 50 evo linear	NC- DM 400
<b>Stroj vyráběl [h]</b>		<b>41,7</b>	<b>151,9</b>	<b>208,7</b>	<b>129</b>
Stroj bez zakázky [h]		253,0	149,0	24,0	173,0
Seřízení	počet seřízení	4	28	76	21
	Celková doba [h]	9,4	28,4	63	23,5
Porucha	Počet Poruch	1	3	6	0
	Celková doba [h]	0,4	2,3	6,8	0
ostatní prostoje	Celková doba [h]	36,9	8,9	38,5	16,0
	Počet zmetků	7	33	23	0
Kvalita	Čas strávený výrobou zmetků [h]	0,2	1,2	0,4	0,0
	počet zakázek	2	2	18	6
Rychlost (neplnění normy)	časová ztráta [h]	0,16	0,03	0,27	0,20

**Tabulka 10: Data pro OEE.**

Při srovnání jednotlivých prostojů na strojích je největší ztrátou doba, kdy je stroj bez zakázky. To znamená, že stroj není plně vytížen. Po optimalizaci samotného obrábění můžeme uvažovat o eliminaci nejméně výkonného stroje a přesunutí jeho výroby na zbývající stroje. Tím bychom sice získali větší efektivnost, ale vzniklo by riziko nedostatku výrobních kapacit, které zrovna u CNC stroje je nedostatek, jak jsme zjistili při tvorbě VSM. Z tohoto důvodu se nejprve pokusíme stabilizovat a standardizovat samotné obrábění a seřízení CNC strojů. Z průzkumu jednotlivých OEE u CNC strojů a srovnání zákaznického taktu a výrobního cyklu nám vyšel protichůdný výsledek. Při srovnání procesu a zákaznického požadavku nám vyšlo, že CNC stroje mají nedostatek výrobních kapacit díky výrobním ztrátám. Zatímco při rozboru OEE vyšlo, že na většině ze strojů nejsou zakázky. Z toho by se dalo rychle usuzovat, že daný problém je především na straně plánování výroby a vytížení samotných strojů. Ve skutečnosti je problém v technologii strojů a skladbě typů obrobků. I když všechny tři CNC stroje

provádí stejné operace, jak již bylo uvedeno, není možné upnout stejný odlitek do všech tří CNC strojů. Každý z CNC strojů má jiný typ upínání a je tedy specializován jen pro část výroby. Důsledkem toho dochází k přetížení jednoho stroje, zatímco ostatní stroje zahálí a tím dochází k výrobním ztrátám. Z toho vyplývá jediné řešení a to nalézt univerzální upínání, na které by bylo možné uchytit spolehlivě celou výrobní řadu konektorů HTS. Tím by došlo k vyrovnání výrobních kapacit na CNC strojích a zlepšení celkového OEE u CNC strojů. Výsledkem tohoto zjištění je aktuální úzká spolupráce s externí firmou, která se zabývá problematikou ohledně mnohačetného upínání.

Další největší ztrátou v poměru k době výroby jsou časy seřízení strojů mezi zakázkami. Mezi jednotlivými stroji má nejdelší dobu na seřízení CNC-DM 50 evo linear. Další část této práce se bude zabývat právě optimalizací doby seřízení. Neopomenutelnou položkou jsou také ostatní prostoje. Jedná se o neplánované prostoje, které jsou ve většině případech způsobeny obsluhou stroje. Může se jednat například o časy kdy nějaká standardní plánovaná odstávka trvala déle než byla plánována (úklid). Jde také o případy, kdy se obsluha vzdálila z pracoviště a vykonávala neplánovanou činnost. Tyto prostoje budou dále podrobněji analyzovány v kapitole „Sledování a vyhodnocování prostojů“.

### **3.3 QCO na CNC-DM 50 evo linear**

Tento stroj je z výše uvedených CNC strojů nejnovější a tudíž díky svým parametrům má i nejkratší dobu obrábění na jeden kus. Dále má tento stroj také větší rozsah v počtu typů odlitků, které lze ve stroji obrábět. Díky těmto možnostem je na tento stroj směřováno nejvíce zakázek a vzniká tak potřeba často přenastavovat. Dále se budeme zabývat přetypováním CNC stroje DM 50 evo linear, tedy přenastavení stroje na novou zakázku. Doby, kdy stroj stojí a obsluha připravuje na další obrábění, bych rozdělil na tři typy:

- Dlouhé seřízení: Kompletní seřízení CNC stroje na novou zakázku (výměna čelistí a nastavení nového obráběcího programu);
- Krátké přeseřízení: Přeseřízení stroje pouze nastavením programu;
- Výměna dílů: Zde se nejedná o standardní seřízení, ale pouze o výměnu obrobených odlitků za ještě neobrobené.

V průběhu listopadu bylo provedeno pět pozorování kompletního seřízení stroje. Níže jsou rozděleny souhrny časů do třech fází. Tyto fáze lze jednotlivě od sebe rozdělit. V rámci každé fáze jsou jednotlivé kroky proluty a jsou na sobě závislé.

Tyto tři fáze jsou:

1) Příprava zakázky:

- Nahlášení zakázky a informování o započetí seřízení;
- Seznámení s výkresem a informacemi pro provedení obrobku;
- Příprava pracoviště (uspořádání nástrojů a košů s obrobky).

2) Výměna upínacích čelistí:

- Odmontování 12 čelistí z upínání;
- Namontování 12 částí čelistí na upínací systém.

3) Doladění programu a kontrola:

- Nastavení nulového bodu pro jednotlivé nástroje;
- Obrobek prvního kusu v pozici č. 1;
- Kontrola;
- Obrobek druhého kusu v pozici č. 2;
- Kontrola;
- Obrobek odlitků ve všech osmi pozicích;
- Kontrola;
- Nahlášení do systému o změně stavu zakázky, změna ze stavu seřízení na stav výroba.

### **3.3.1 Pozorování**

Jak již bylo uvedeno, bylo provedeno pět různých seřízení, třemi různými seřizovači. Tyto seřízení byly tak zvané dlouhé, kdy je nutné vyměnit kompletně upínací čelisti. Pozorování byla zaznamenána videokamerou a dále podrobněji analyzována. V níže uvedené tabulce je uveden přehled jednotlivých pozorování a časy jednotlivých fází seřízení.

Fáze seřízení		Příprava zakázky	Výměna upínacích čelistí 12ks	Doladění programu a kontrola	Zbytečný čas	Celkem	Očištěný celkový čas [min]
Pozorování 1.	činnost [min]	4,56	6,23	30	11,56	<b>40,79</b>	29,23
	chůze [m]	3	25	12		40	
Pozorování 2.	činnost [min]	15,33	9,6	39,34	20	<b>64,27</b>	44,27
	chůze [m]	12	5	3		20	
Pozorování 3.	činnost [min]	6,03	8,01	34,37	18,5	<b>48,41</b>	29,91
	chůze [m]	3	10	3		16	
Pozorování 4.	činnost [min]	1,4	12,68	30,78	5,9	<b>44,86</b>	38,96
	chůze [m]	3	10	3		16	
Pozorování 5.	činnost [min]	3,21	13,45	25,34	6,22	<b>42</b>	35,78
	chůze [m]	3	10	3		16	

**Tabulka 11: Přehled času jednotlivých pozorování seřízení stroje DM 50 evo linear.**

Tato pozorování byla dále očištěna od zbytečných a chybných kroků operátorů.

Pozorování 1: Nevyšla kontrola po obrobení 8 ks, bylo nutné provést korekci programu a opakovat obrobení 8 ks.

Pozorování 2: První zdržení bylo způsobené přímo vyhledáním zakázky, kterou má seřizovač nastavit. Dále probíhalo opakované čtení výkresové dokumentace a následné úpravy programu pro obrábění 8 ks.

Pozorování 3: Probíhalo opakované seřizování osy - Z a výroba dalších 8 ks. Seřízení také muselo být přerušeno z důvodu odchodu seřizovače na toaletu.

Pozorování 4: Méně zkušený seřizovač krátce po zaškolení, probíhala konzultace se zkušenějším kolegou

Pozorování 5: Opakování seřízení prvního kusu v pozici č. 1.

Pro samotná seřízení byly vždy zapotřebí tyto věci:

- zakázkový list;
- upínací čelisti;
- posuvka;
- ráčna s nastavitelným utahovacím momentem;
- imbusový klíč č. 8;
- závitový kalibr.

**Doporučení:**

Jako externí operace můžeme dát veškeré přípravné záležitosti jako např. nářadí a měřidla. Do externích operací můžeme také přesunout přípravu čelistí. Čelisti mohou být již připraveny u stroje ještě před přerušением výroby. Samozřejmostí je také označení a připravení následující zakázky u CNC stroje. Předejdeme tak opět zbytečným pohybům a samotnému vyhledávání zakázky.

### **3.3.2 Redukce interních činností**

Zde je největším problémem samotné odladění programu. Často se nepovede nastavit program hned na poprvé a musí být upraveny souřadnice nulového bodu nebo dokonce samotný program, díky několika faktorům. Nejvýznamnějším důvodem je nejednotnost programovacích technik mezi jednotlivými seřizovači. Dalším nežádoucím parametrem je výměna opotřebovaného nástroje (závitník, vícestupňový vrták). Tyto zmíněné prodlevy by měla alespoň částečně redukovat standardizace tvorby a úprav programů.

Dalším důvodem, proč nevychází seřízení na první pokus, je nesprávné rozmístění upínacích čelistí. Pro každou čelist je přesně definována pozice, do které má být čelist umístěna. V případě, že je daná upínací čelist založena do jiné pozice ve stroji, musí být i podle toho program korigován. Důsledkem toho následně, kdy je tento program znovu použit a čelist je dána do správné pozice, musí být program korigován nazpět. Pro zamezení tohoto prodlení bylo vhodné navrhnout barevné označení jednotlivých pozic a k nim příslušné čelisti. Díky této vizualizaci bude seřízení přehlednější a vyjde hned najevo, že je upínání špatně sestavené.

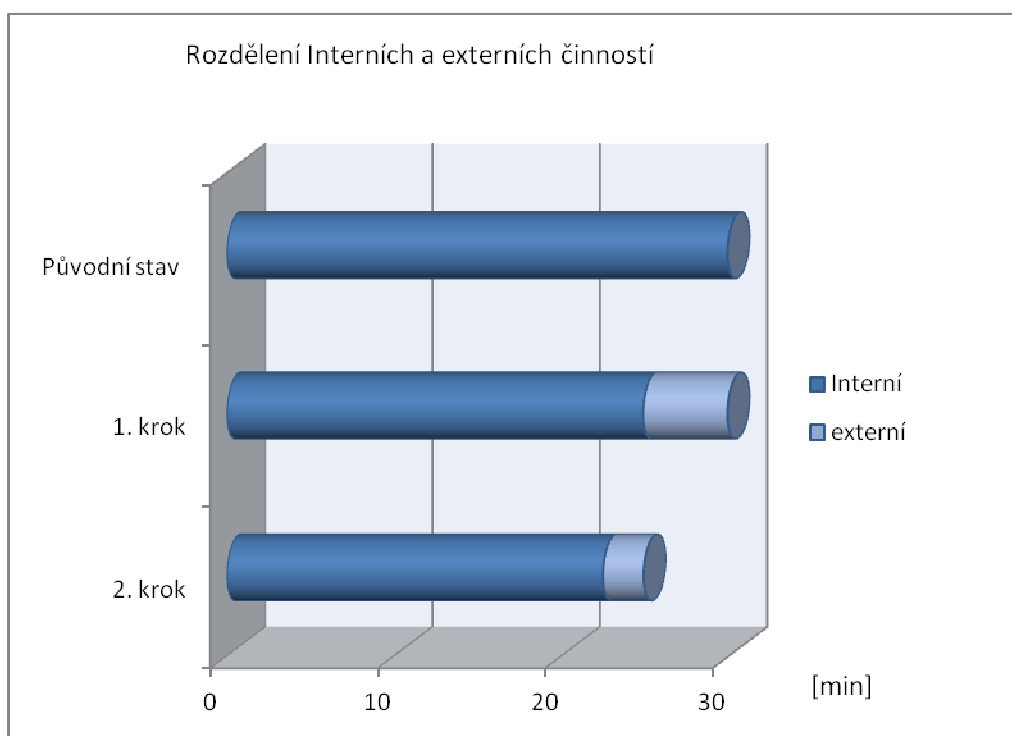
### **3.3.3 Redukce externích činností**

Redukci externích činností provedeme přesunutím závitových kalibrů blíže ke stroji. Dále je důležité, aby zakázka byla již připravena na místě u stroje nebo obsluha byla jasně informována o následující zakázce. Nesmí dojít k tomu, že seřizovač nebude vědět před koncem první zakázky, jaká je následující a hlavně, kde se fyzicky nachází. Obsluha stroje musí jít pro kalibr na vedlejší pracoviště, kde jsou umístěny veškerá měřidla pro obrobnu. Závitové kalibry větších velikostí od M 20 a PG 16 jsou používány jen u CNC strojů. Z tohoto důvodu by bylo vhodné umístit závitové kalibry

co nejbližše. Dále můžeme snížit čas seřízení výraznějším označením čelistí. Každá výroková řada odlitků používá jiné čelisti a proto je vhodné je na první pohled rozlišit. V současnosti jsou čelisti pouze popsány, ale pro ověření jejich totožnosti musí seřizovač minimálně jednu vyndat a popisek nalézt (není vždy uveden na stejném místě). Doporučil bych provést označení jednotlivých beden s čelistmi a toto označení uvést i do technologického postupu, který je připraven přímo k zakázce.

Rozdělení Interních a externích činností		
	Interní (min)	Externí (min)
Původní stav	29,91	0
1. krok (přesun interních na externí)	24,88	5,03
2. krok (redukce časů)	22,48	2,42

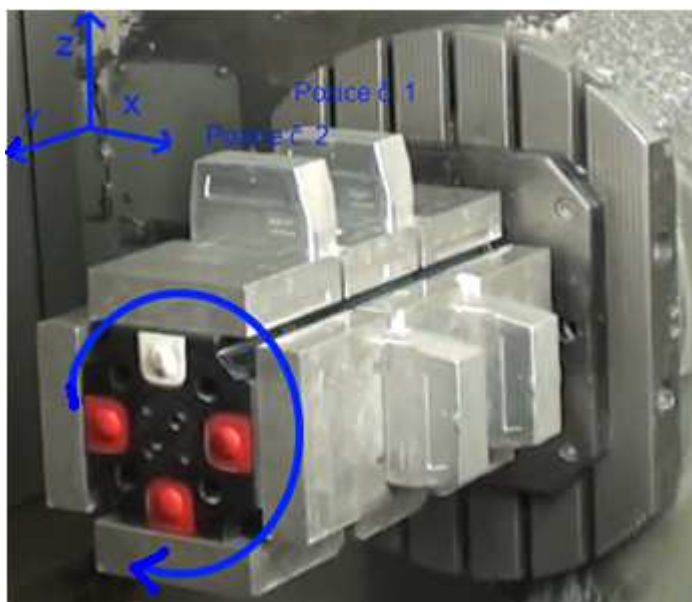
**Tabulka 12:** Rozdělení interních a externích činností.



**Graf 4:** Rozdělení interních a externích činností.

Při seznámení se samotným seřízením vyšlo najevo několik technických problémů. Nejčastějším je samotné odladění programu, které se povede většinou na druhý někdy až na třetí pokus. Ztráty způsobené ztráty tímto opakovaným odladěním nejsou již zanedbatelné. Další významný podíl je i na apelu na zaměstnance a samotném vyhodnocování časů seřízení. Průměrné přeseřízení je dvojnásobné, než je tak zvaně ideální.

Optimální seřízení by mělo podle navrženého standardu trvat 25 minut. Seřizovač optimalizuje obráběcí program postupně. To znamená, že operátor nejprve upne jeden obrobek, na kterém odladí program a nástroje. Následuje jeho samotné obrobení a bohužel i virtuální obrábění i zbývajících sedmi pozic, kam nebyly vloženy obrobky. V případě, kdy obrobení dopadlo úspěšně, a všechny rozměry jsou v tolerancích, pokračuje se obrobením dílu ve vedlejší pozici č. 2. To je především z důvodu ověření rozteče mezi obrobky v ose - Y. Také při obrábění obrobku v pozici č. 2 jsou virtuálně obráběné ostatní pozice. Jestliže jsou rozměry u obrobku z pozice č. 2 ve shodě s výkresovou dokumentací, může se přikročit ke konečnému obrábění ve všech osmi pozicích.



**Obrázek 13:** *Upínací věž v CNC stroji DM 50 evo linear.*

Tento postup by v ideálním stavu mohl i vypadat, že bude program odladěn jen na prvním díle a po té se rozjede výroba hned na obrábění osmi kusů. Bohužel stav upínacích čelistí toto neumožňuje. Čelisti jsou již opotřebované a uchycení obrobku již není přesné. Z tohoto důvodu se stává, že se nezdaří rozjezd na obrábění po osmi kusech, ale jen po šesti či čtyřech obrobcích. V níže uvedené tabulce jsou označeny červeně sady upínacích čelistí, u kterých není možné optimalizovat výrobu po osmi obrobcích.



Upínací čelist	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009
počet zakázek	220	60	1	142	59	19	13	12	89
obrobena kusů	35325	7126	9	15805	12252	645	798	478	30176

**Tabulka 13: Roční přehled využití upínacích čelistí.**

Při kontrole stávajícího stavu přípravků byl zjištěn stav omezené výroby na třech typech čelistí. Tento omezený stav se týká cca 80 % výroby na tomto stroji. Z tohoto důvodu by bylo vhodné vyrobit nové univerzální čelisti.

Byly provedeny simulace pro různý počet obráběných dílů. Tabulka č. 14 popisuje časy obrobení na jeden kus při rozdílném počtu upnutých obrobků.

Počet upnutých dílů při obrábění:	Obrobení 1 ks. (sec)
8ks	37,29
6ks	40,89
4ks	42,62

**Tabulka 14: Závislost výrobního cyklu na množství upnutých dílů.**

Rozdíl mezi obráběním po 8 ks a 6 ks činí ztrátu 3,6 vteřin na kus. Níže uvedená tabulka ukazuje časové ztráty způsobené snížením počtu obráběných dílů na vytipovaných třech čelistech. Tabulka je uvedena pro ztráty způsobené za rok obráběním při upnutí po 6 obrobkách.

Označení sady (upínací čelisti)	obrobků za rok	Ztráta [h]
1001	35325	35,3
1004	15805	15,8
1009	30176	30,2
<b>Celkem</b>	<b>81306</b>	<b>81,3</b>

**Tabulka 15: Ztráty způsobené obráběním jen po 6ks.**

I přes značnou cenu nových sad je návratnost investice při výpočtu jen ze samotného taktu stroje přibližně do devíti měsíců.

Další možný benefit můžeme získat nákupem pneumatického šroubováku s rozsahem utahovacího momentu 2-10Nm s balancerem pro možnost jeho zavěšení.

Pneumaumatický šroubovák by měl oproti standardnímu imbusovému klíči urychlit celé seřízení o cca. 1 min. Což při 1 140 seřizení za rok navrátí investici do 8 měsíců.

### 3.3.4 Zhodnocení QCO

Pomocí QCO jsme získali reálný možný čas pro seřízení stroje. Jak je vidět z pozorování doba seřízení před zavedením nápravných opatření trvala průměrně 45 minut. Po očištění doby seřízení od zbytečných chyb se dostáváme na dobu kolem 30 minut. Nakonec po přerozdělení externích a interních činností a jejich zkrácení se dostáváme na dobu 25 minut. Což je 55% původní doby seřízení. Úspora při zkrácení z původních 45 min. na 25 min. při 1 140 seřizení za rok činní úsporu 380 hodin.

Díky tomuto provedenému QCO jsme zjistili, že je zde ještě velký potenciál snížit samotné zkrácení seřízení až na 10 min. Samozřejmě za cenu investice do nových čelistí. Tím by potenciálně byla úspora při změně seřízení z 45min na 10 min 665 hodin za rok.

Všichni zaměstnanci, kteří obsluhují tento stroj, byli seznámeni s novým standardem pro seřízení (příloha č. 8). Samotné provedení QCO na CNC jsme nezískali okamžité zlepšení stavu, ale dokázali jsme identifikovat problémy, které nám brání k dosažení lepších výkonů. Dále je důležité sledovat a vyhodnocovat samotné časy pro seřízení. Tímto tématem se také zabývá následující část této diplomové práce.

Jméno	Takt		
	chod	vyměnit díly	celkem
Operátor 1	2,39	1,74	4,13
Operátor 2	3,82	3,73	7,55
Operátor 3	2,3	2,34	4,64
Operátor 4	2,38	1,88	4,26
Operátor 5	2,59	1,69	4,28

**Tabulka 16:** Výrobní tak v závislosti na obsluze.

Nyní jsme zmapovali výrobní proces. Toto zmapování nám ukáže slabá místa procesu a můžeme se na ně přímo zaměřit.

### 3.4 Sledování a vyhodnocování prostožů

Jestliže chceme celý výrobní proces zlepšit, je nezbytné zavést pravidelné sledování a vyhodnocování stavu výroby. Jako sledovaný parametr byly vybrány prostoje stroje. Nejblíže tomuto systému sledování se podobá vyhodnocování prostožů pomocí nástroje QCPC. Jako vstupní data pro analýzu byla použita data ze systému Hydra. Hydra je databázový systém, který zaznamenává a ukládá data z výroby. Vstupem těchto dat může být terminál (příloha č. 2), který je poblíž každého stroje a zaměstnanec je povinen každou prováděnou operaci do tohoto systému nahlásit. Některé stroje jsou přímo napojeny na tento systém a ten poté zaznamenává dobu provozu. Na systém Hydry jsou napojeny tři CNC stroje, kde je sledován přímo provoz vřetene. Každá obsluha stroje musí být přihlášena do tohoto systému, kde má možnost vybrat z předem definovaných stavů stroje. Při každé změně stavu stroje je obsluha povinná tuto změnu nahlásit do Hydry. Níže uvedená tabulka obsahuje nabízené stavy a pokyny pro operátory ohledně zadávání jednotlivých stavů stroje.

#### **Obsluha stroje**

Status	Název	Popis stavu
100	Výměna nástroje	Kód zadej vždy při opravě či výměně nástroje (výměna destiček, opotřebovaný nástroj)
105	Změna provedení	Kód zadej vždy při změně nastavení stroje na jiný produkt (i při změně pomlčkové varianty).
314	Čekání na opravu	Kód zadej při poruše stroje, kdy je zapotřebí zásah údržby.
329	Čekání na materiál	Kód zadej v případě čekání na dodání materiálu. (Doskladnění chybějícího množství do zakázky)
330	Čekání na zakázku	Zadávat mezi jednotlivými zakázkami. (čas mezi odhlášením první zakázky a přihlášením druhé zakázky)
350	Čekání na obsluhu	Tento stav zadej v případě neodkladné záležitosti, kdy se vzdálíš od stroje a je tak zastavena jeho produkce.
360	Problémy s kvalitou, výrobní dokumentací	Kód zadávejte při vzniku problému, kdy je nutné zastavit stroj z důvodu možného vzniku výroby neshodných kusů. Špatný vstupní materiál; nejasnosti ve výkresové dokumentaci případně ve výrobním postupu.
370	Testování/ vzorkování	Zadat jen v případě výroby vzorků bez zakázky.
385	Úklid pracoviště	Kód zadej vždy při plánovaném úklidu a čištění stroje.
390	Přerušeni zakázky	
399	Žádné zakázky	Zadat vždy při přechodu na jiný stroj nebo na konci směny.
998	Přestávka	Přestávka (svačina, oběd)

### **Pracovník údržby**

<b>Status</b>	<b>Název</b>	<b>Popis stavu</b>
310	Mechanická oprava stroje	Provádí pouze údržba - zadat vždy, kdy stroj vyžaduje jakoukoli neplánovanou opravu, údržbu či korekci stroje (mechanická, elektrická atd.)
313	Plánovaná údržba	Provádí pouze údržba - zadat při plánované údržbě stroje (dle listu údržby)

### **Automatické stavy**

<b>Status</b>	<b>Název</b>	<b>Popis stavu</b>
120	Výměna materiálu	Výměna dílů ve stroji
200	Výroba	Čistý výrobní čas
999	Směnová přestávka	Směnová přestávka

**Tabulka 17: Přehled používaných stavů v systému Hydra.**

Díky těmto zadávaným informacím jsme schopni získávat informace ohledně jednotlivých typů plýtvání a sledovat jejich trendy. Tento systém byl začátkem roku 2012 obohacen o eskalační systém. To znamená, že samotný systém Hydry sleduje dobu jednotlivých stavů, respektive prostojů. V případě, že některý stav překročí předem nastavenou dobu, sám systém zašle informaci o překročení dob předem nastaveným osobám. Informace může být zaslána na předem nastavené emailové adresy nebo přímo jako SMS zpráva do mobilního telefonu. Díky tomuto systému jsou zodpovědní lidé okamžitě informováni o vzniklé události. Třeba mistr je okamžitě informován v případě, kdy stroj má být ve stavu výroby, ale včetně stroje se delší dobu nepohybuje, tedy nebyl spuštěn obráběcí cyklus. Dále je uvedená tabulka, kde jsou vypsány sledované stavy a po jaké době prostoje je jejich stav eskalován.

Kód	Status	Zpráva zaslána po [min]	Zpráva bude zaslána
310	mechanická oprava stroje	60	vedoucí údržby, technik výroby
		120	vedoucí údržby, vedoucí výroby, logistik, technik výroby
314	Čekání na mech. opravu	1	údržbář, směnový mistr
		60	vedoucí údržby, technik výroby
		120	vedoucí údržby, směnový mistr, vedoucí výroby, logistik, technik výroby
385	Úklid pracoviště	20	směnový mistr
360	Problémy s kvalitou	10	směnový mistr
		15	technik kvality, technik výroby
998	svačina	20	směnový mistr, vedoucí výroby
329	Čekání na materiál	0	směnový mistr
		30	mistr výroby, logistik, vedoucí skladu, směnový mistr
105	seřízení stroje	30	směnový mistr
		60	technik výroby, směnový mistr
		120	mistr výroby, vedoucí výroby, logistik, technik výroby
350	Čekání na obsluhu	5	směnový mistr
		30	mistr výroby
120	Výměna materiálu	6	směnový mistr

**Tabulka 18:** Nastavení eskalací pro jednotlivé stavy.

Jak je z výše uvedené tabulky zřejmé, jsou sledovány především tři oblasti.

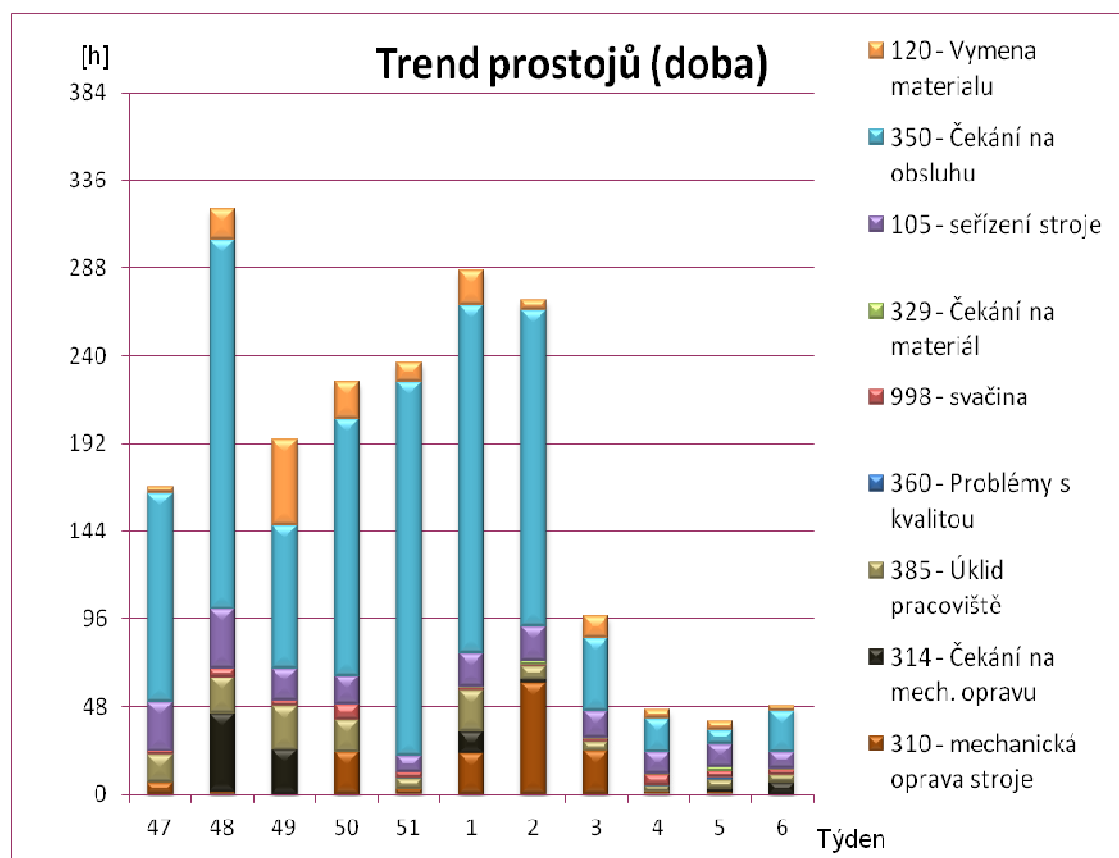
**Oblast údržby:** Doba po kterou stroj čekal na příchod člena údržby. Dále i doba samotné opravy/údržby. Cílem je rychle informovat úsek údržby o nastalé situaci a případně je pak následná rychlá reakce.

**Monitorování obsluhy:** Zde se jedná o sledování doby jednotlivých úkonů, zda nepřekračují předem stanovenou dobu. Tyto úkony jsou postupně eskalovány a je předpoklad, že nastalé situace se budou vyhodnocovat a bude se pátrat po příčině problému.

**Výrobní zázemí:** Do této oblasti spadají problémy s kvalitou, výrobní dokumentací a případné čekání na dodání dílů k obrábění. V případě vzniku problému je informován příslušný personál.

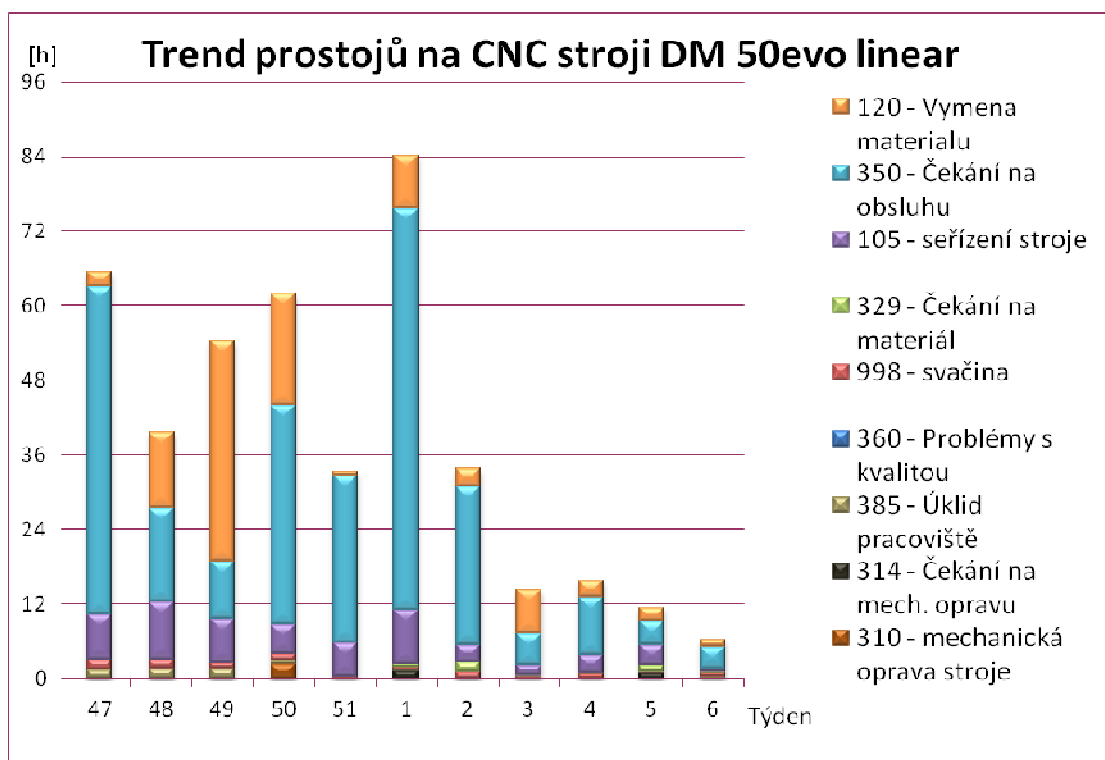
Pro QCPC je doporučeno použití papírového formuláře, kde operátor zaznamenává jednotlivé prostoje. Tento formulář obsahuje pouze informaci o počtu prostojů, které jsou zaznamenávány jen pomocí čárek pro daný prostoj. Tento postup byl již před časem na výrobě HTS odzkoušen a neshledal se s úspěchem. Jedním z hlavních důvodů byla chybějící informace o době prostoje. Dále jelikož to vyplňovala obsluha strojů, objevovaly se ve formulářích pouze prostoje z třetí uvedené oblasti (výrobní zázemí). Na formulář byly zapisovány jen chyby v technické dokumentaci a vady v příslušenství stroje. Především to co zrovna obsluhu nejvíce trápilo. Dále běžně docházelo, k tomu že záznamy byly provedeny zaměstnancem až na konci směny a to jen podle jeho odhadu. Dalším nedostatkem bylo samotné vyhodnocení, které obsahovalo ruční přepsání těchto formulářů a provést manuální vyhodnocení pro získání nejčastějších prostojů. Vyhodnocování prostojů pomocí systému Hydra je mnohem komplexnější a je tak mnohem jednodušší zjistit největší plýtvání ve výrobě. Nevýhodu má tento systém v tom, že operátor musí dojít k terminálu a sám zadat kód stavu. Což zabere více času než provedení záznamu do papírového formuláře. Další nevýhodou jsou předem definované stavy, se kterými si musí operátor vystačit. U papírového formuláře byla možnost při výskytu nového stavu, jej okamžitě dopsat a blíže specifikovat.

Tento Eskalační systém pomocí zpráv byl zahájen začátkem tohoto roku. Při školení obsluhy strojů byl dán především apel na správné zadávání všech jednotlivých stavů. Samotné časy, od kdy je daný stav, eskalován nebyly úmyslně sděleny. Níže je uvedený týdenní trend ze všech strojů na výrobě HTS. Graf znázorňuje časy strávené při jednotlivých prostojích. Jsou zde zahrnuty časy plánovaných prostojů, které trvají další čas, než bylo předem stanoveno. Například úklid pracoviště dle předpisu nemá překročit dobu 20 minut, veškeré doba nad plánovaných 20 minut je počítána jako neplánovaný prostoj. Podobný princip je i u samotné výroby. CNC stroje jsou přímo napojeny na systém Hydry a je vyhodnocována doba mezi výrobními cykly. Po ukončení obráběcího cyklu běží obsluha doba, kterou má určenou na výměnu dílu v stroji (1 až 2 min. dle typu stroje). V případě, že se vřeteno stroje do skončení této doby nezačne otáčet a tudíž obrábět, padne stroj do stavu „čekání na obsluhu“. Tento stav se již počítá do prostojů.



**Graf 5: Trend prostojů (obrobna, lakovna).**

Z uvedené tabulky je vidět skokové snížení doby strávené na jednotlivých neplánovaných prostojích. Stejný výsledek je tedy dosažen i na námi sledovaném CNC stroji CNC-DM 50 evo linear.



**Graf 6: Trend prostojů na CNC stroji DM 50evo linear**

Jelikož známe hodinové sazby pracovišť a jednotlivé doby prostojů můžeme samotné prostoje vyčíslit i finančně.

Týden	CNC 50evo linear [h]	Všechny stroje (pracoviště) [h]
47	65,52	198,60
48	39,64	361,00
49	54,31	219,94
50	62,03	248,69
51	33,26	255,60
1	84,10	310,08
2	33,72	293,42
3	14,28	109,41
4	14,60	54,78
5	11,32	39,79
6	6,22	48,24

**Tabulka 19: Ztráty způsobené prostoji.**

Z výše uvedené tabulky můžeme vypočítat průměrnou týdenní úsporu. V případě, že vynecháme první a druhý týden, ve kterých byl systém zaváděn, vyjde nám průměrná týdenní úspora 194 hodin. U CNC stroje DM 50evo linear se časy prostojů zkrátily a o



39 hodin. Tyto ztráty činily přibližně 50% pracovní doby, které jsou teď k dispozici pro další zakázky.

### 3.5 Zhodnocení QCPC a sledování prostožů

V případě, že se zaměříme na samotný proces seřizení u vybraného CNC stroje 50evo linear, můžeme porovnat stavy před provedením akce QCO a po zavedení standardu pro seřizení, nakonec můžeme i porovnat dobu seřizení po zavedení systému pro sledování prostožů. Pro toto vyhodnocení byly vždy vybrána data v průběhu jednoho měsíce.

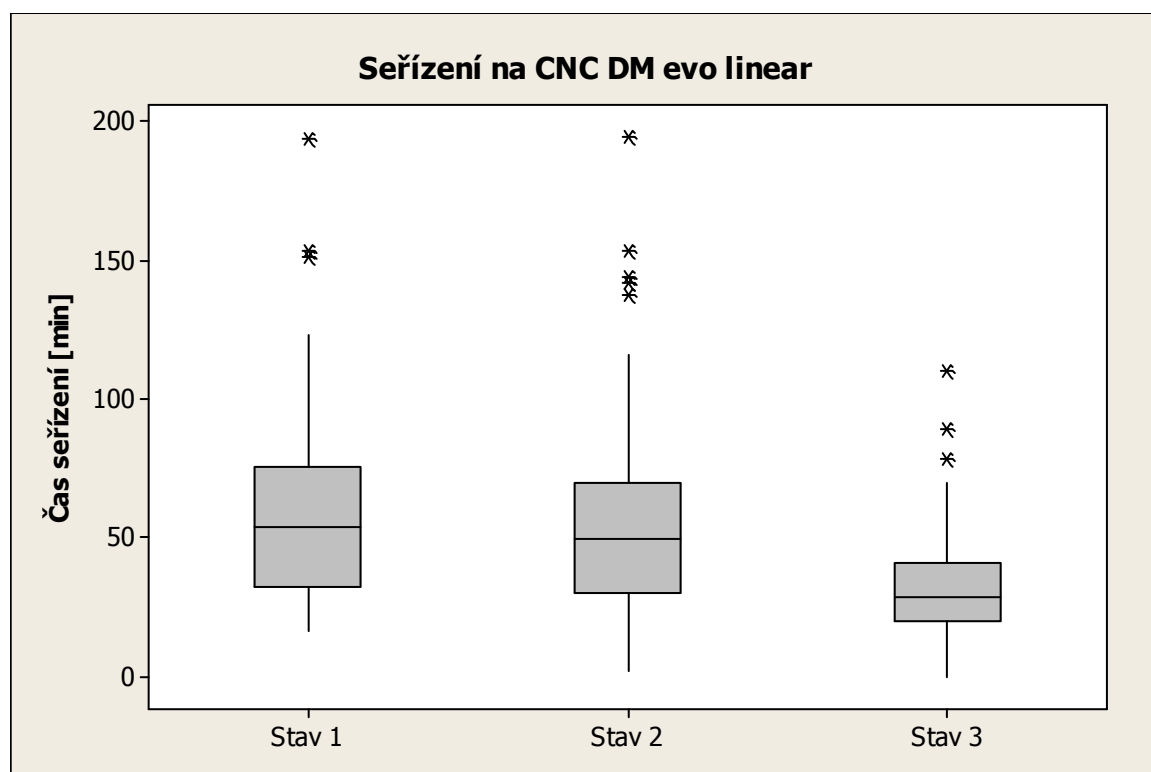
Data byla rozdělena do třech skupin a to:

Stav 1 – Doba seřizení před provedením QCO na stroji CNC DM 50evo linear.

Stav 2 - Doba seřizení po provedením QCO na stroji CNC DM 50evo linear.

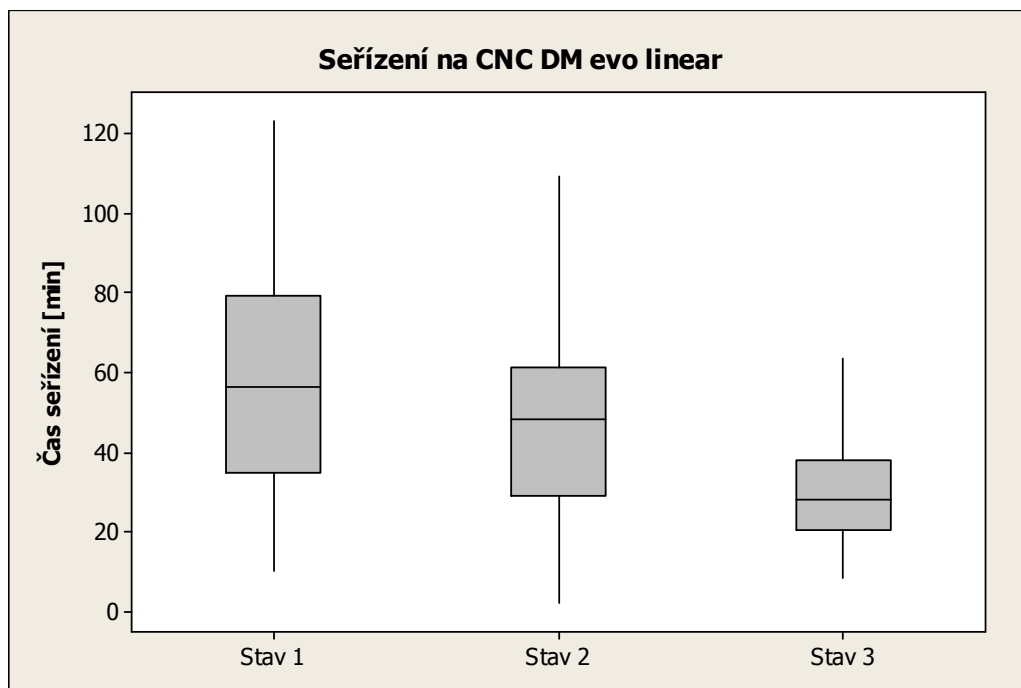
Stav 3 - Doba seřizení po zavedení eskalačního systému na stroji CNC DM 50evo linear.

Pro vyhodnocení dat byl vybrán statistický software Minitab. Níže uvedený graf zobrazuje krabicové grafy jednotlivých stavů.



Graf 7: Přehled doby seřizení CNC-DM 50 evo linear v jednotlivých obdobích.

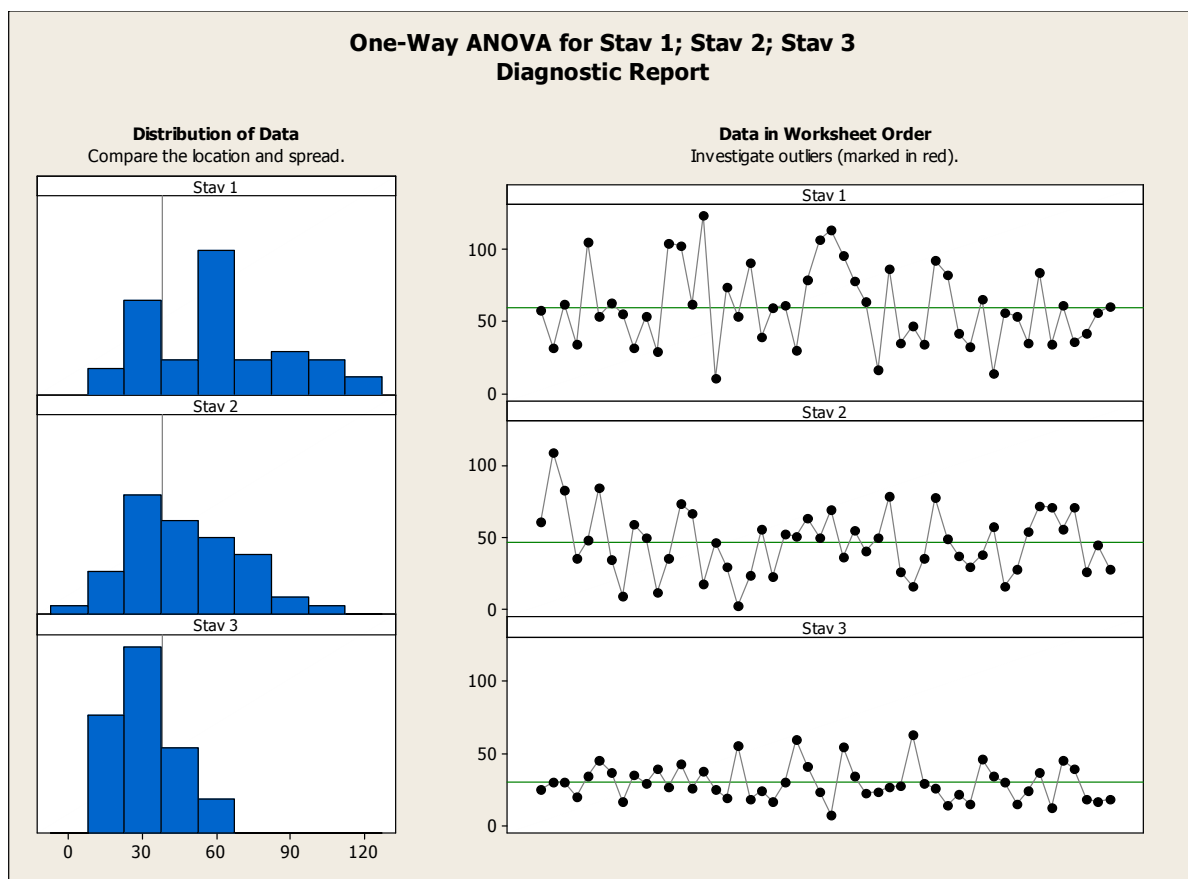
Pro další práci s daty, byly odstraněny vybočující hodnoty. U stavu 1 byly odstraněny hodnoty nad 151,3min., u stavu 2 hodnoty nad 137,02 min. a u stavu 3 hodnoty nad 78,65 min.



**Graf 8:** Přehled doby seřízení CNC-DM 50 evo linear v jednotlivých obdobích (upravené data).

Celkem bylo vybráno pro další testy 50 hodnot z každého stavu. Nyní můžeme přikročit ke srovnání středních hodnot jednotlivých výběrů. Pro toto vyhodnocení budeme porovnávat střední hodnoty. Pro porovnání doby seřízení za jednotlivé období bude použita jednofaktorová ANOVA. Tuto analýzu nabízí statistický software Minitab. Tento softwer dokáže sám provést testování dat a vygeneruje report s příslušným vyhodnocením. Celkový report je k nalezení v příloze č.11-14.

Po spuštění analýzy v Mnitabu se objeví report rozdělený na několik částí. V první části reportu Mintab informuje ohledně vhodnosti použitých dat. Informuje, zda data splňují podmínky jako je normalita dat, dostatečné množství dat pro analýzu a ověření zda soubory neobsahuje vybočující měření. V našem případě Minitab vyhodnotil, že použitá data jsou v pořádku pro použití vybrané analýzy (příloha č. 11). Dalším reportem, který Minitab vygeneroval je za účelem lepší vizualizace dat. Samotný report obsahuje histogram a průběh dat v čase (Graf č. 9). Jako data byla zadána doby jednotlivých seřízení v minutách.

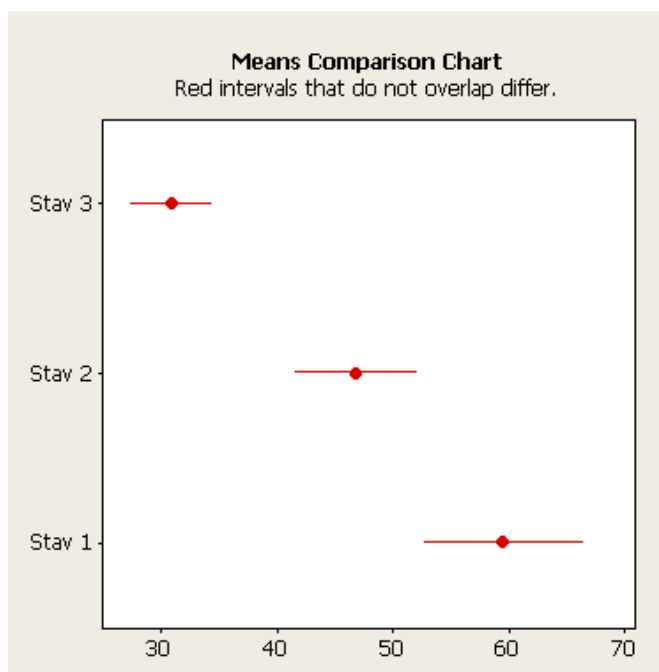


**Graf 9: Rozložení dat pro jednofaktorovou analýzu.**

Při pohledu na výše uvedený graf je vidět, že doba seřízení se pohybuje i pod dobu 25 min, která byla určena standardem při provedení QCO. To je způsobeno, tím že data pro analýzu obsahují doby dvou druhů seřízení. Jedná se o kompletní seřízení s výměnou upínacích čelistí a seřízení jen se změnou programu pro obrábění. Definovaných 25 min. je určeno jen pro kompletní seřízení. Níže uvedená tabulka č. 20 a graf č. 10 ukazují střední hodnoty jednotlivých stavů a jejich 95% interval spolehlivosti.

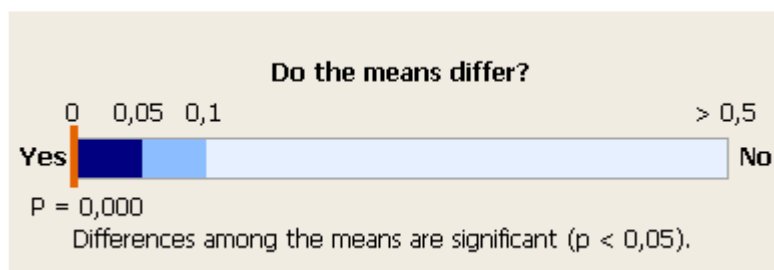
Sample	Sample Size	Statistics		
		Mean	Standard Deviation	Individual 95% CI for Mean
Stav 1	50	59,522	27,465	(51,716; 67,327)
Stav 2	50	46,769	22,361	(40,414; 53,124)
Stav 3	50	30,832	12,489	(27,283; 34,381)

**Tabulka 20: Souhrn dat**



**Graf 10: Porovnání pomocí 95% intervalu spolehlivosti**

Při porovnání 95% intervalů spolehlivosti můžeme potvrdit, že se jednotlivé stavy od sebe liší. Z grafu č. 10 je vidět, že došlo k postupnému zkrácení doby seřízení, tedy provedení QCO a eskalační systém významně ovlivnili dobu seřízení na CNC stroji DM 50 evo linear.



**Graf 11: Výsledná P-hodnota a hladina spolehlivosti**

Výsledkem testování hypotézy o rovnosti středních hodnot je P- hodnota, které je menší než definovaná hladina spolehlivosti 0,5. Z toho vyplývá, že hypotézu o rovnosti středních hodnot zamítáme. Standardní jednofaktorová ANOVA popisuje pouze vyjádření, zda mezi všemi soubory je rozdíl jejich středních hodnot statisticky významný.

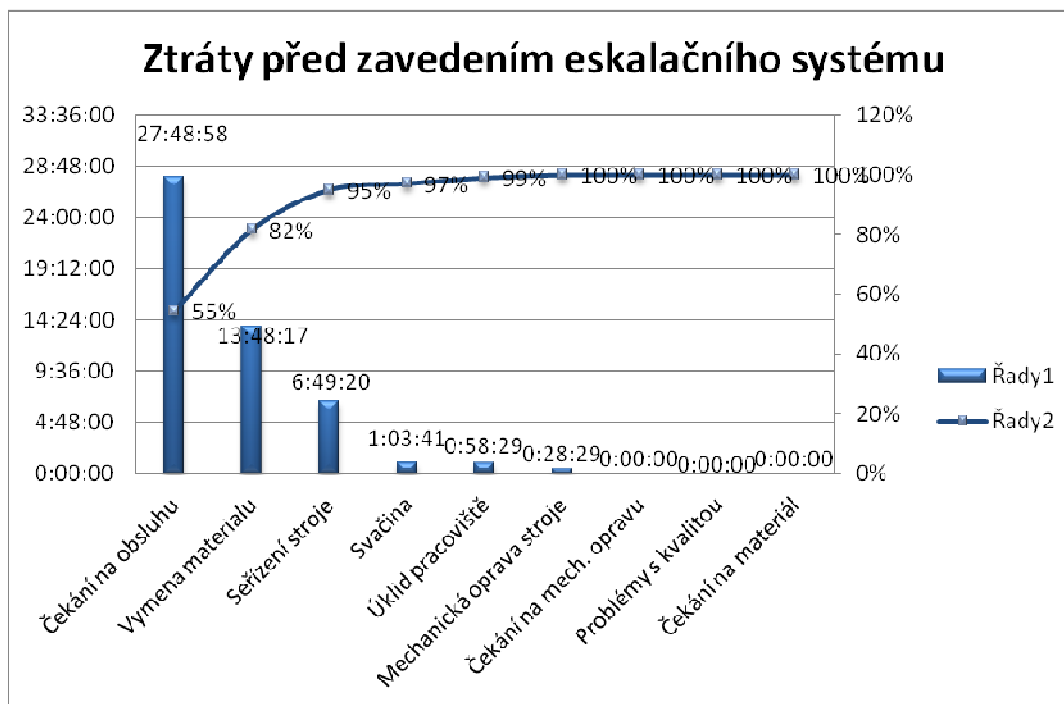
Zpráva vygenerovaná Minitabem obsahuje také tabulku, kde je navíc dána informace ohledně rozdílných středních hodnot mezi jednotlivými datovými soubory.

#	Sample	Which means differ?	
		Differs from	
1	Stav 3	2	3
2	Stav 2	1	3
3	Stav 1	1	2

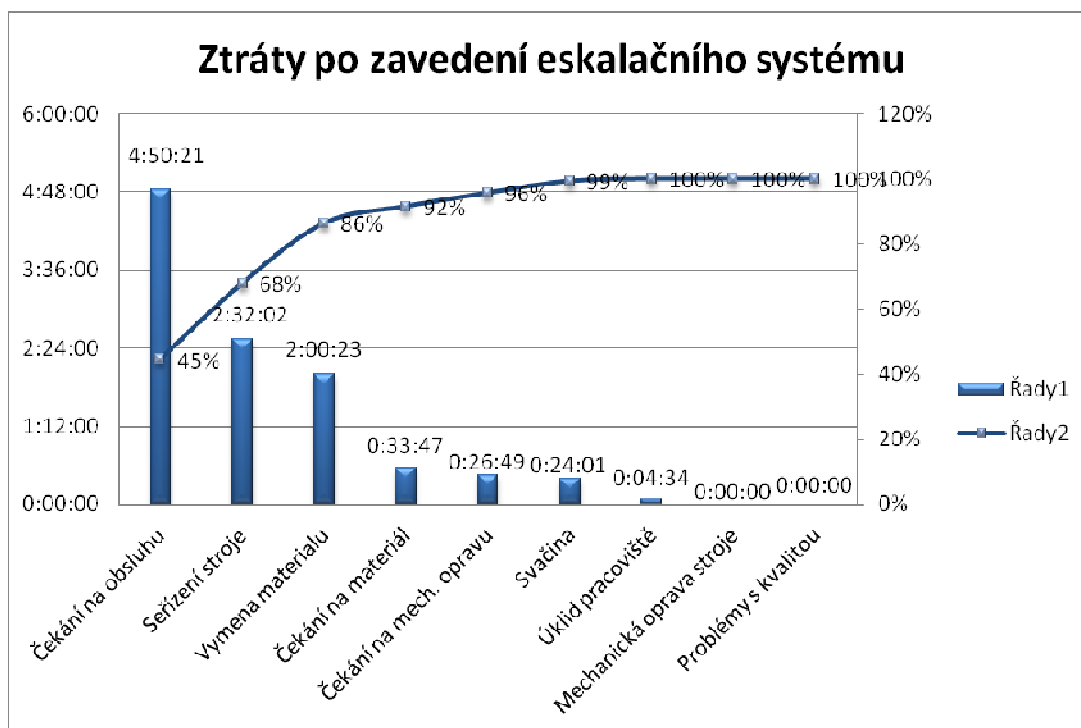
**Tabulka 21: Rozdíly souborů**

Tabulka č. 21 vygenerovaná Minitabem ukazuje, že všechny datové soubory jsou mezi sebou odlišné. Na základě provedeného testu můžeme prohlásit, že každá z provedených akcí na stroji, měla pozitivní vliv na dobu seřízení stroje. Bylo tedy prokázáno, že čas seřízení se zlepšil po provedení QCO, ale největší zlepšení proběhlo až po zavedení eskalačního systému a tím i sledování doby jednotlivých prostožů.

Pro vyhodnocení dalších ztrát ve výrobě bychom mohli postupovat podobně, ale výsledek je natolik jednoznačný, že postačí jen grafické znázornění. Jako grafický výstup byl použit Paretův graf. Pro zobrazení byly použity průměrné týdenní hodnoty jednotlivých prostožů. Ztráty před zavedením eskalačního systému obsahuje data z týdnu 47 až týden 51. Pro graf ztráty po zavedení eskalačního systému byly použity prostože z týdnů 3 až z týdnu 7.



**Graf 12: Přehled ztrát před zavedením eskalačního systému.**



**Graf 13: Ztráty po zavedení eskalačního systému.**

Z grafu č. 12 a č. 13 je patrné, že proběhlo výrazné snížení jednotlivých prostojů. Před zavedení eskalačního systému tvořily přes 90% prostojů ztráty způsobené čekáním na obsluhu a výměnou materiálu. Celkem to činilo 41,6 hodiny. Po zavedení eskalačního systému se jednotlivé prostoje výrazně zkrátily. Například zmíněné dva prostoje klesly ze 41,6 hodin na 6,85 hodin. Celkově můžeme z grafů vypočítat, že výrazné zlepšení procesu jsme získali díky pravidelnému sledování výkonnosti. Obsluhy jednotlivých pracovišť si uvědomili, že jejich výkon je sledován a sami zredukovali zbytečné prostoje.

## 4 Závěr

Veškeré nástroje štíhlé výroby jsou stavěny na základě (definuj, dělej, implementuj akce, kontrola). To je základ veškerých zlepšovatelských aktivit ve výrobě. Ze získaných zkušeností při zavádění štíhle výroby mohu konstatovat, že existují dva druhy způsoby jak zavést štíhlou výrobu.

První je rychlý způsob, který nemá moc valné výsledky. Jedná se především o „papírování“ a produkování spousty dokumentů, které jsou rozvěšeny po výrobě. Dělníci jsou zatíženi informacemi, novými postupy a ve výsledku pak nejsou tyto předpisy dodržovány. Časem se vše vrací do původních kolejí.

Druhý způsob je delší a jeho zavádění je složitější. Rozdíl oproti prvnímu způsobu je, že se bere především ohled na lidi a jejich pečlivé a neustálé školení. Je čas domyslet a dodělat zpětné vazby na výrobu a její řízení. Je tak překonáván odpor proti změnám v zaběhlých rutinních záležitostech.

Je velký rozdíl, zda-li je štíhlá výroba dělána jen tak zvaně na oko nebo opravdu domyšleně do detailu. Právě tyto detaily dělají štíhlou výrobu funkční. Štíhlá výroba je velmi choulostivý prvek, jakmile nefunguje jen malá část z Leanu, tak se postupně hroutí i ostatní nástroje. Proto je nutné stavět Lean nejdříve na silných základech nástrojů jako 5S, TPM, visual factory. Nezbytná je ale i zpětná vazba z výroby jako OEE a QCPC pro sledování problémů a jejich případné včasné odstranění. Štíhlá výroba díky nastavení minimálního množství materiálu ve výrobě je velmi citlivá na samotný tok materiálu a jakákoliv chyba je okamžitě vidět.

Koncept štíhlé výroby se v dnešní době snaží zavést mnoho firem a to buď jako celek anebo jen vybrané nástroje. Je to koncept, který čím dál více získává na popularitě. Výhodou tohoto konceptu je, že ho lze aplikovat v jakékoliv fázi výroby. Celá filozofie je založena na identifikaci plýtvání a její redukci. Je to pohled, kdy z důvodů růstu cen výrobních zdrojů je snaha udržet stávající ceny a tak obstát na trhu. Stávající ceny je možné udržet právě díky identifikování a snížení veškerých plýtvání.

Pro úspěšnost zavedení štíhlé výroby je nezbytné získat všechny zaměstnance a především management, který musí změny v procesu podpořit. Samotná implementace je nikdy nekončící proces. Mohu ze své zkušenosti i konstatovat, že většina zaváděných nástrojů se nezdaří zavést kompletně hned na první pokus. Většina nástrojů se setkává s odporem ze strany výroby, a proto jsou zaváděny postupně. Jsou totiž rušeny staré

procesní návyky a zaváděný nové. Mnohdy dojde ke kompromisu mezi starými a novými návyky. Z tohoto důvodu je nutné neustále provádět kontrolu stavu zavedení jednotlivých nástrojů a neustále je rozvíjet.

Při zavádění štihlé výroby ve firmě Tyco Electronics EC Trutnov s.r.o. jsem si získal nové zkušenosti. Jako nejdůležitějším poznatkem je uvědomění, že pro efektivní výrobu jsou klíčoví především samotní zaměstnanci a zázemí, které je podpoří v inovacích.

Povedlo se nastavit nástroje pro sledování výkonů výroby a jednotlivých strojů pro analyzování vzniklých plýtvání. Abychom mohli zavést koncept štihlé výroby, je nutné mít zmapovaný celý proces. Toto zmapování bylo v této diplomové práci provedeno pomocí VSM. Je to stěžejní krok, který nám poskytuje informaci o tom, co je možno zlepšit. VSM v této diplomové práci byla zaměřena pouze na samotný výrobní proces. Chybí zde popsání vnějších vlivů, jako doby dodání jednotlivých komponentů. Zde se jednalo o cílené nalezení úzkého místa ve výrobním procesu. V našem případě to byl proces obrábění na CNC strojích, kterému byl převážně věnován zbytek diplomové práce. Jako největší ztrátu jsme identifikovali nerovnoměrné zatížení těchto strojů, způsobené neuniverzálností upínacích zařízení na CNC strojích. Jako dalším zdrojem ztrát byla vyhodnocena doba seřízení. K redukci doby seřízení byl vybrán nejvytíženější CNC stroj DM 50 evo linear. Zde byly nalezeny důvody zdlouhavých přejezdů a bylo navrženo řešení, které je dokáže redukovat. Bohužel zavedení těchto opatření není okamžité, a tak z této příčiny nedošlo k výraznému zlepšení, které bylo očekáváno. Největší zlepšení procesu bylo nastaveno pravidelným sledováním a vyhodnocováním prostojů strojů. Tato metoda není standardně součástí Štihlé výroby, ale není rozhodně v rozporu s tímto konceptem. Naopak, jelikož poukazuje a dokonce dokáže vyhodnotit některé plýtvání ve výrobě přímo, je naprosto v souladu s konceptem štihlé výroby. Poslední kapitola praktické části ověřuje, zda měly provedené zásahy do výroby vliv na zefektivnění procesu. Zde jsme dospěli k závěru, že samotné provedení QCO zlepšilo dobu seřízení, ale nejvýraznější zlepšení jsme získali pravidelným sledováním prostojů. Jen zavedením monitorovacích nástrojů jsme dosáhli skokového zlepšení. Toto mělo především vliv na samotnou obsluhu stroje, která si uvědomila, že je sledována a sama minimalizovala zbytečné prostoje. Toto sledování logicky nemělo vliv na samotné stroje, z tohoto důvodu bych jako další nástroj doporučil zavedení kompletního TPM. V této diplomové práci byly také vypočítány ekonomické benefity získané snížením ztrát z důvodu plýtvání. Úspora po provedení QCO a zkrácení z původních 45 min na



25 min při 1140 seřizení za rok činní 380 hodin za rok. Bylo zde poukázáno že v případě změny stylu upínání může být doba seřizení zkrácena až na 10 min. Po zavedení eskalačního systému dokonce výroba HTS prokazuje průměrnou týdenní časovou úsporu 194 hodin. Na samotný CNC stroj 50evo linear průměrná týdenní úspora vychází na 39 hodin. Bohužel tyto úspory jsou jen tak zvané „měkké“ není to čistý zisk, který jsme tím získali. Hlavním benefitem je tedy získání volných výrobních kapacit tím, že jsme výrazně redukovali ztrátové časy.

## Seznam použité literatury

- [1] KOŠTURIÁK, JÁN - FROLÍK, ZBYNĚK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 8086851389.
- [2] LIKER, J. K. (2008) *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [3] IMAI, M.: KAIZEN metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. Computer Press, Brno, 2004. 15 s. ISBN 80-251-0461-3
- [4] IMAI, M.: *Gemba Kaizen-Řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. Computer Press, Brno, 2005. 70 s. ISBN 80-251-0850-3
- [5] JIRÁSEK, Jaroslav. *Štíhlá výroba*. Praha: Grada Publishing, 1998. 208 s. ISBN 80-7169-394-4.
- [6] SMUTNÝ L., BESEDOVÁ H.: *Výhody a nevýhody Lean Company*. In XXXIV. Seminar ASR '2009 "Instruments and Control". Vysoká škola báňská-technická univerzita Ostrava. 2009. 293-297 s. ISBN 978-80-248-1953-2.
- [7] Vývojový tým vydavatelství Productivity Press. *Systém tahu ve výrobním prostředí*. 1.vyd. New York: Productivity Press, 2008. 95 s. ISBN 978-80-904099-0-3.
- [8] Vývojový tým vydavatelství Productivity Press. *5S pro operátory 5 pilířů vizuálního pracoviště*. 1.vyd. New York: Productivity Press, 2009. 105 s. ISBN 978-80-904099-1-0.
- [9] Interní dokumenty firmy Tyco Electronics EC Trutnov s.r.o.

### Elektronické zdroje

- [10] <http://www.leancompany.cz/historie.html>
- [11] <http://trilogiq.cz/filosofie-stihle-vyroby/>
- [12] <http://www.leancompany.cz/leanslovník.html>
- [13] <http://managementmania.com/index.php/home/38-ostatni/526-value-stream-mapping>
- [14] <http://www.volko.cz/co-je-to-tpm>
- [15] <http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/qmag/mj41-cz.pdf>

- [16] <http://www.ipodnikatel.cz/Propagace/jak-na-firemni-propagacni-materialy.html>
- [17] [www.volko.cz/forum\\_tema.php?ID\\_tema=2](http://www.volko.cz/forum_tema.php?ID_tema=2)
- [18] <http://www.volko.cz/co-je-to-just-in-time>
- [19] [http://www.iteuro.cz/download/clanek\\_itsystems\\_07082006\\_jak\\_na\\_stihlou\\_vyrobu.pdf](http://www.iteuro.cz/download/clanek_itsystems_07082006_jak_na_stihlou_vyrobu.pdf)
- [20] <http://e-api.cz/page/70132.3p-8211-production-preparation-process/>
- [21] KORMANEC, P. *Čo je Six Sigma?* [online]. [cit. 2009-03-06]. Dostupné na www: <[http://www.ipaslovakia.sk/Default.aspx?id=17&sub\\_id=0&pos=1](http://www.ipaslovakia.sk/Default.aspx?id=17&sub_id=0&pos=1)>.
- [22] <http://www.6s.cz/>

## Seznam použitých symbolů a zkratk

3P	Production Preparation Process - Metoda zpracování a implementace nových produktů nebo procesů
5S	Sort, Set, Shine, Standardize, Sustain - Uspořádání pracovních ploch, zavedení pořádku a disciplíny
APS	Advanced planning and scheduling - Pokročilé plánování a rozvrhování
CNC	Computer Numeric Control - počítačem řízený obráběcí stroj
Cykl time	Výrobní takt
DBR	Drum Buffer Rope - logistický koncept pro řízení výroby
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control - Definice, Měření, Analýza, Zlepšení, Řízení
FIFO	First In, First Out - První dovnitř, první ven first-pass yield Procento jednotek, které projdou napoprvé celým procesem, aniž by se u nich vyskytl defekt.
HTS	Výrobní název vysokozátěžových konektorů firmy Tyco Electronics s. r. o.
IRIS	International Railway Industry Standard - Systém pro mezinárodní standardizaci železničního průmyslu
JIT	Just-In-Time - Metoda řízení logistiky
LEAN	Lean production, Lean manufacturing - Koncepce "štíhlé výroby"
HYDRA MES	Manufacturing Execution Systems - Výrobní informační systém
OEE	Overall equipment effectiveness - Celková efektivita výrobních zařízení
PDCA	Plan, Do, Check, Act - Plánuj, Udělej, Zkontroluj, Jednej
QCO	Quick Change Over - Snižování časů při seřizování
QCPC	Quality Clinic Process Chart - Sběr údajů a analýza nejčastějších problémů
s. r. o.	Společnost s ručením omezeným
SAP	Service Access Point - Vnitropodnikový informační systém
SW	Standart work - Standadizování činností.

SWOT	Strenghts, Weaknesses, Opportunities -silné stránky, slabé stránky, příležitosti
Takt Time	Zákaznický požadavek na výrobní takt.
TPM	Total Productive Maintenance - produktivní údržba
VOC	Voice of the costumer – Hodnocení zákazníkem
VSM	Value Stream Mapping - Mapování hodnotového toku
WIP	Work In Progres - Rozpracované množství

## Seznam obrázků

Obrázek 1: <i>Neustále zlepšování „Standard work“</i> .....	13
Obrázek 2: <i>7 kroků k samostatné údržbě [14]</i> .....	16
Obrázek 3: <i>Postup změn u interních a externích činností.</i> .....	29
Obrázek 4: <i>Metoda reorder point [19]</i> .....	32
Obrázek 5: <i>Schéma metody broadcast pull [19]</i> .....	33
Obrázek 6: <i>Tvar buňky- přímá linka [1]</i> .....	36
Obrázek 7: <i>Tvar buňky- L [1]</i> .....	37
Obrázek 8: <i>Tvar buňky- U [1]</i> .....	37
Obrázek 9: <i>Tvar buňky- S [1]</i> .....	38
Obrázek 10: <i>Tvar buňky- (=) [1]</i> .....	38
Obrázek 11: <i>Konektory HTS [9]</i> .....	45
Obrázek 12: <i>VSM pro výrobu HTS.</i> .....	50
Obrázek 13: <i>Upínací věž v CNC stroji DM 50 evo linear.</i> .....	61

## Seznam tabulek

Tabulka 1: <i>Typické hodnoty plýtvání v našich podnicích [1]</i> .....	2
Tabulka 2: <i>SWOT analýza Lean Company [6]</i> .....	8
Tabulka 3: <i>Druhy chyb [15]</i> .....	18
Tabulka 4: <i>Škála hodnocení.</i> .....	42
Tabulka 5: <i>Otázky pro zákazníka. [9]</i> .....	43
Tabulka 6: <i>Data pro VSM (Obrobna).</i> .....	46
Tabulka 7: <i>Data pro VSM (lakovna, montáž).</i> .....	47
Tabulka 8: <i>Tok materiálu.</i> .....	49
Tabulka 9: <i>Požadavky vs. proces</i> .....	51
Tabulka 10: <i>Data pro OEE.</i> .....	55
Tabulka 11: <i>Přehled času jednotlivých pozorování seřízení stroje DM 50 evo linear.</i> ..	58
Tabulka 12: <i>Rozdělení interních a externích činností.</i> .....	60
Tabulka 13: <i>Roční přehled využití upínacích čelistí.</i> .....	62
Tabulka 14: <i>Závislost výrobního cyklu na množství opnutých dílů.</i> .....	62

Tabulka 15: Ztráty způsobené obráběním jen po 6ks. ....	62
Tabulka 16: Výrobní tak v závislosti na obsluze. ....	63
Tabulka 17: Přehled používaných stavu v systému Hydra. ....	65
Tabulka 18: Nastavení eskalací pro jednotlivé stavy. ....	66
Tabulka 19: Ztráty způsobené prostoji. ....	69
Tabulka 20: Souhrn dat. ....	72
Tabulka 21: Rozdíly souborů ....	74

## Seznam grafů

Graf 1: OEE vrtačky. ....	48
Graf 2: Požadavky vs. Proces. ....	51
Graf 3: Přehled OEE pro CNC stroje. ....	54
Graf 4: Rozdělení interních a externích činností. ....	60
Graf 5: Trend prostojů (obrobna, lakovna). ....	68
Graf 6: Trend prostojů na CNC stroji DM 50evo linear ....	69
Graf 7: Přehled doby seřízení CNC-DM 50 evo linear v jednotlivých obdobích. ....	70
Graf 8: Přehled doby seřízení CNC-DM 50 evo linear v jednotlivých obdobích (upravené data). ....	71
Graf 9: Rozložení dat pro jednofaktorovou analýzu. ....	72
Graf 10: Porovnání pomocí 95% intervalu spolehlivosti ....	73
Graf 11: Výsledná P-hodnota a hladina spolehlivosti ....	73
Graf 12: Přehled ztrát před zavedením eskalačního systému. ....	74
Graf 13: Ztráty po zavedení eskalačního systému. ....	75

## Přílohy

Příloha 1: <i>VSM mapa výroby HTS.</i> .....	86
Příloha 2: <i>Terminál Hydra.</i> .....	87
Příloha 3: <i>CNC DM 600e</i> .....	87
Příloha 4: <i>CNC DM 50 evo linear</i> .....	88
Příloha 5: <i>CNC Famup</i> .....	88
Příloha 6: <i>NC-frézka DM 400</i> .....	89
Příloha 7: <i>Observation sheet pro provedení QCO</i> .....	90
Příloha 8: <i>Standard work - seřízení CNC stroje DM 50evo linear</i> .....	93
Příloha 9: <i>Výrobní standard work pro CNC stroj DM 50 evo linear.</i> .....	96
Příloha 10: <i>Rozbor seřízení na DM 50 evo linear.</i> .....	97
Příloha 11: <i>Minitab report č.1</i> .....	98
Příloha 12: <i>Minitab report č. 2</i> .....	99
Příloha 13: <i>Minitab report č. 3</i> .....	100
Příloha 14: <i>Minitab report č. 4</i> .....	101



**Příloha 1: VSM mapa výroby HTS.**





**Příloha 2: Terminál Hydra.**



**Příloha 3: CNC DM 600e**



**Příloha 4:** *CNC DM 50 evo linear*



**Příloha 5:** *CNC Famup*





**Příloha 6: NC-frézka DM 400**









## TIME OBSERVATION SHEET

		DATUM: 11.11.2011		
		OPERÁTOR:		
No.	QCO Maho 50 / Změna provedení	ČAS průběžný	ČAS operace [min]	Remark / poznámky
1	Přihlášení zakázky (seřízení)	14:10:11	0,20	
2	očištění paken	14:10:23	0,39	
3	Demontování starých paken + očištění 3ks	14:10:46	0,72	
4	nalezení správných paken	14:11:29	0,17	Na druhý pokus byli nalezeny správné upínací želisti.
5	Přinesení nových paken po 3ks celkem 12ks	14:11:39	0,52	
6	Montáž nových paken 3ks	14:12:10	0,78	
7	Demontování starých paken + očištění 3ks	14:12:57	0,70	
8	Montáž nových paken 3ks	14:13:39	0,58	
9	Demontování starých paken + očištění 3ks	14:14:14	0,87	
10	Montáž nových paken 3ks	14:15:06	0,77	
11	Demontování starých paken + očištění 3ks	14:15:52	0,82	
12	Montáž nových paken 3ks	14:16:41	0,57	
13	úklid starých paken	14:17:15	1,05	
14	upnutí prvního kusu + kontrola nastavení momentu	14:18:18	1,37	
15	výměna nástroje fréza	14:19:40	0,05	
16	nastavení frézy ("Q" bod)	14:19:43	0,93	
17	Kontrola destiček na vrtáku	14:20:39	0,70	
18	nastavení vrtáku ("Q" bod)	14:21:21	0,70	
19	Nastavení závitníku ("Q" bod)	14:22:03	1,33	
20	nastavení programu	14:23:23	0,33	
21	Obtáčení prvního kusu	14:23:43	2,40	
22	proměření kusu v upínání	14:26:07	0,42	
23	Výjmutí 1ks + proměření	14:26:32	0,22	
24	Očištění pozice	14:26:45	0,12	
25	Upnutí 2ks	14:26:52	0,28	
26	Znovu proměření prvního kusu + korekce programu	14:27:09	0,50	
27	Obtáčení 2ks (všechny pozice)	14:27:39	2,23	
28	kontrola 2ks v upnutí	14:29:53	0,40	
29	Korekce programu	14:30:17	0,50	
30	Znovu obtáčení 2KS	14:30:47	2,27	
31	Výjmutí 2ks + jejich proměření	14:33:03	1,23	
32	Upnutí 8ks	14:34:17	1,42	
33	Korekce programu	14:35:42	0,18	
34	Donesení Odjehlováku	14:35:53	0,65	
35	Odjehlení	14:36:32	0,28	
36	Obtáčení 8ks + paralelně odjehlení	14:36:49	1,35	
37	Ofuk kusů v upínání	14:38:10	0,15	
38	Výjmutí 2ks + jejich proměření	14:38:19	0,35	
39	Výjmutí 2ks + jejich proměření	14:38:40	0,25	
40	Ofuk + upnutí 2ks	14:39:55	0,30	
41	Upnutí 2ks	14:39:13	0,17	
42	Ofuk kusů v upínání	14:39:23	0,12	
43	Výjmutí 2ks + jejich proměření	14:39:30	0,35	
44	Výjmutí 2ks + jejich proměření + (3s korekce)	14:39:51	0,69	
45	Ofuk + upnutí 2ks	14:40:32	0,33	
46	Upnutí 2ks	14:40:52	0,17	
47	Odjehlení	14:41:02	0,92	
48	Obtáčení 8ks + paralelně odjehlení	14:41:57	1,35	
49	Výjmutí 4ks	14:43:18	0,33	
50	upnutí 4ks	14:43:38	0,40	
51	Výjmutí 4ks	14:44:02	0,32	
52	upnutí 4ks	14:44:21	0,38	
53	Odjehlení	14:44:44	1,63	
54	přihlášení o hydry (ukončení seřízení) - zpis do tk (paralelně za běhu obtáčení)	14:46:22	0,50	
55	Obtáčení 8ks + paralelně odjehlení + kontrola	14:46:52	0,53	
56	Výjmutí 4ks	14:47:24	0,37	
57	upnutí 4ks	14:47:46	0,28	
58	Výjmutí 4ks	14:48:03	0,30	
59	upnutí 4ks	14:48:21	0,37	
60	kontrola + korekce programu (vyosení)	14:48:43	0,75	
61	Obtáčení 8ks + paralelně odjehlení + kontrola	14:49:28	2,22	
62	Výjmutí 4ks	14:51:41	0,30	
63	upnutí 4ks	14:51:59	0,37	
64	Výjmutí 4ks	14:52:21	0,20	
65	upnutí 4ks	14:52:33	0,48	
66	Kontrola	14:53:02	0,17	
67	Odjehlení	14:53:12	0,95	
68	Obtáčení 8ks + paralelně odjehlení + kontrola	14:54:09	1,18	
69	Výjmutí 4ks	14:55:20	0,30	
70	upnutí 4ks	14:55:38	0,35	
71	Výjmutí 4ks	14:55:59	0,28	
72	upnutí 4ks	14:56:16	0,33	









**5S+1, Quick Change Over, Standard Work, OEE, Visual factory, Mistake Proof & QCPC**

**Příloha 7: Observation sheet pro provedení QCO**

**Standardized Work**  
**Operace / Pracoviště :**  
**Seřízení stroje / CNC č.28**






Orientační plán		
Číslo operace	Popis činnosti	Foto
Bezpečnost	Používej předepsaný pracovní oděv. Na pracovišti používej pracovní obuv. Na pracovišti používej ochranné brýle.	 
SS+1	Kontrola pracoviště Provést kontrolu pracoviště dle standardu P8.326-5S+1 Visual Standard.	
1	Nástroje Před zahájením seřízení si připrav tyto nástroje: Limbus klíč Momentová ráčna Posuvka Závitový kalibr Odjehtováč	
2	Příprava zakázky. Zakázka by již měla být připravena u stroje. Ověř zda připravená zakázka souhlasí s denním plánem výroby. (č. 1) (S.HTS.0025)	
3	Přihlášení zakázky Na terminálu zadáme stav 105 - Seřízení nástroje. (č. 2)	

**Standardized Work**  
**Operace / Pracoviště :**  
**Seřízení stroje / CNC č.28**

4	<b>Příprava programu</b> Podle čísla a názvu provedení si v softwaru zvolíme potřebný program.	
5	<b>Příprava upínacích čelistí</b> Dones upínací čelisti dle typu odlitku a technologického postupu. (č. 3)  (v případě, že jsou již upínací čelisti ve stroji, vynechej bod 4 až 7)	
6	<b>Vyjmutí čelistí</b> Povol upínání. Povol dva šrouby v prostřední čelisti a vyjmi tuto prostřední čelist. Postraní čelisti vyjmi jejich zatlačením k středu upínací věže.	
7	<b>Očištění dosedacích ploch</b> Proveď očištění plochy na věži po demontovaných upínacích čelistích.	
8	<b>Montáž nových čelistí</b> Upevni upínací čelisti. Krajiní čelisti upevniš zasunutím od středu věže ke kraji. Středovou část upevni dvěma šrouby. (POZOR na jejich označení. Každá čelist má předem specifikované místo) Tuto upínací čelisti proved na všech čtyř stranách upínací věže.	
9	<b>Nastavení prvního kusu.</b> Upni jeden obrobek a nastav nulové body pro nástroje z programu (fréza, vrták, závitník). -Nastavení nulových bodů V ručním provozu vyvolej nástroj (v pořadí jaké je v programu) Pomocí kláves najed na obrobek a škrtni o něj. V tabulce korekcí potvrď najetou hodnotu. Toto opakuj pro všechny nástroje z programu	
10	<b>Obrobění jednoho kusu.</b> Sniž posuv otočným regulátorem a v automatickém režimu spusť požadovaný program. -Po celou dobu sleduj průběh obrábění a buď připraven v případě kolize zastavit stroj.	
11	<b>Kontrola</b> Po ukončení cyklu proveď měření. V případě nepřesností uprav hodnoty v programu (např. hloubka zahloubení, poloha otvoru...)	









Standardized Work  
Operace / Pracoviště :  
Seřízení stroje / CNC č.28

12	<p><b>Obrobení 8 kusů</b> Upni do stroje 8 kusů a spusť program se sníženou rychlostí posuvu. Po celou dobu sleduj průběh obrábění a buď připraven v případě kolize zastavit stroj.</p>	
13	<p><b>Kontrola</b> Proveď kontrolu všech osmi kusů a případně proveď korekci programu. Upni dalších 8 odlitků a spusť program (Kontrolní karta - KK.HTS.005, Kontrolní předpis KP.HTS.006)</p>	
14	<p><b>Ukončení seřízení</b> Ukončení seřízení proveď změnou stavu v Hydře na následující stav 200 výroba. (č. 2)</p>	
15	<p><b>Uklid upínacích čelistí.</b> Proveď očištění a uklid vymontovaných čelistí. (č. 3)</p>	
16	<p><b>Výroba</b> Dále pokračuj již ve výrobě podle standard worku SW.HTS.V028</p>	











**Standardized Work**  
**Operace / Pracoviště :**  
**Obrábění Odlitku / CNC č.28 (DM 50 evo linear)**

Orientační plán	
Číslo operace	<div>Popis činnosti</div> <div>Foto</div>
Bezpečnost	<p>Používej předepsaný pracovní oděv.  Na pracovišti používej pracovní obuv.  Na pracovišti používej ochranné brýle.</p> 
SS+1	<p>Kontrola pracoviště  Provést kontrolu pracoviště dle standardu P6.326-5S+1 Visual Standard.</p> 
1	<p>Vyzvednutí zakázky.  Informaci ohledně další zakázky najdeš v denním plánu výroby.  Případně informace dodá mistr. Zakázka by již měla být připravena u stroje.</p> 
2	<p>Seřízení stroje  Seřízení stroje proved dle seřizovacího návodu. (SN.HTS.CNC.01) a standard worku SW.HTS.S028</p> 
3	<p>Přihlášení zakázky  Přihlášení zakázky na terminál Hydra (č. 2)  Nastavit status výroba.</p> 










### Standardized Work

Operace / Pracoviště :

Obrábění Odlitku / CNC č.28 (DM 50 evo linear)

4	Vložit kusy Vlož 2+2 kusy do upínacích čelistí. Odlitky upni pomocí momentového klíče. Při upínání musí být odlitek přitlačen na dosedací plochu přípravku.	
5	Pootočení revolverového přípravku Stiskni tlačítko pro pootočení upínací věž o 180°.	
6	Vložit kusy Vlož 2+2 kusy do upínacích čelistí. Odlitky upni pomocí momentového klíče. Při upínání musí být odlitek přitlačen na dosedací plochu přípravku.	
7	Spustit CNC stroje. Zavřít dveře. Spust program pro obrábění stisknutím tlačítka.	
8	Výměna kusů Stiskni tlačítko pro odemknutí dveří a otevři dveře. Očisti vzduchem horní čtyři odlitky od špon a emulze. Momentovým klíčem povol horní upínací čelisti a vyndej 2+2ks	
9	Očištění upínacích čelistí. Pomocí stlačeného vzduchu očisti dosedací a upínací plochy čelistí.	
10	Založení kusů Vlož 2+2 kusy do upínacích čelistí. Odlitky upni pomocí momentového klíče. Při upínání musí být odlitek přitlačen na dosedací plochu přípravku.	
11	Pootočení revolverového přípravku Stiskni tlačítko pro pootočení upínací věž o 180°.	

Standardized Work  
Operace / Pracoviště :  
Obrábění Odlitku / CNC č.28 (DM 50 evo linear)

12	<b>Výměna kusu</b> Očisti vzduchem horní čtyři odlitky od špon a emulze. Momentovým klíčem povol horní upínací čelisti a vyndej 2+2ks	
13	<b>Očištění upínacích čelistí.</b> Pomocí stlačeného vzduchu očisti dosedací a upínací plochy čelistí.	
14	<b>Založení kusu</b> Vlož 2+2 kusy do upínacích čelistí. Odlitky upni pomocí momentového klíče. Při upínání musí být odlietek přitlačen na dosedací plochu přípravku.	
15	<b>Spustit CNC stroj.</b> Zavři dveře. Potvrď zvolený a odsouhlasený program. To proved' stisknutím zeleného tlačítka a dojde tak k zahájení obráběcího procesu.	
16	<b>Odstranit otřepy</b> V průběhu chodu stroje odlitky očisti a odjehli.. Takto opracované a očištěné kusy vlož do přepravního koše.	
17	<b>Kontrola</b> Provést kontrolu dle KP a potvrď zápisem do kontrolní karty. (Kontrolní karta - KK.HTS.005, Kontrolní předpis KP.HTS.006) (V případě že nejsou obrobny všechny kusy pokračuj na bodě č.8)	
18	<b>Uklid pracoviště</b> V případě, že již nebudeš na tomto stroji pracovat, proved' úklid dle "5S+1 úklidový plán".	
19	<b>Ukončení zakázky</b> Po skončení zakázky proved' záznamy do výrobních formulářů (Zakázkového listu, Kontrolní karty). Ukončení zakázky proved' na terminál Hydra (č. 2) Nastav status žádné zakázky.	
20	<b>Odvezení zakázky</b> Odvez díly na malou obrobnu pro provedení dalších operací výroby (č. 3). V případě, že jsou všechny operace pro obrobění dle tech. postupu provedeny (krom: mytí, omílání, výstupní kontrola). Odvez díly k procesu mytí/omílání (č.4).	

QSD\GIC\HTS\Obrobna\Standardy\  
Standard work\SW.HTS.S028

Strana 3 / 3

Platí od: 18.12.2011  
Vypracoval: Šedivý J.




Příloha 9: Výrobní standard work pro CNC stroj DM 50 evo linear.





**Příloha 10: Rozbor seřazení na DM 50 evo linear.**

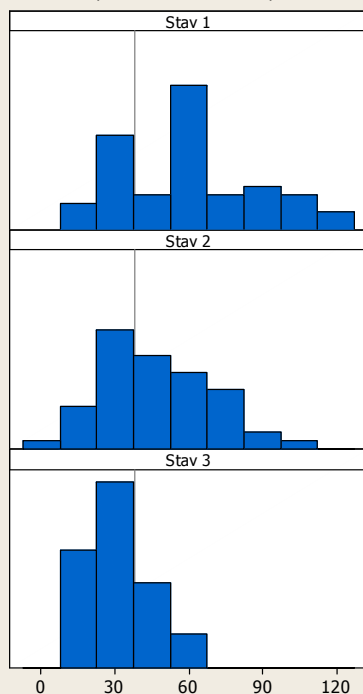
**One-Way ANOVA for Stav 1; Stav 2; Stav 3  
Report Card**

Check	Status	Description
Unusual Data		There are no unusual data points. Unusual data can have a strong influence on the results.
Sample Size		The sample is sufficient to detect differences among the means.
Normality		Because all your sample sizes are at least 15, normality is not an issue. The test is accurate with nonnormal data when the sample sizes are large enough.

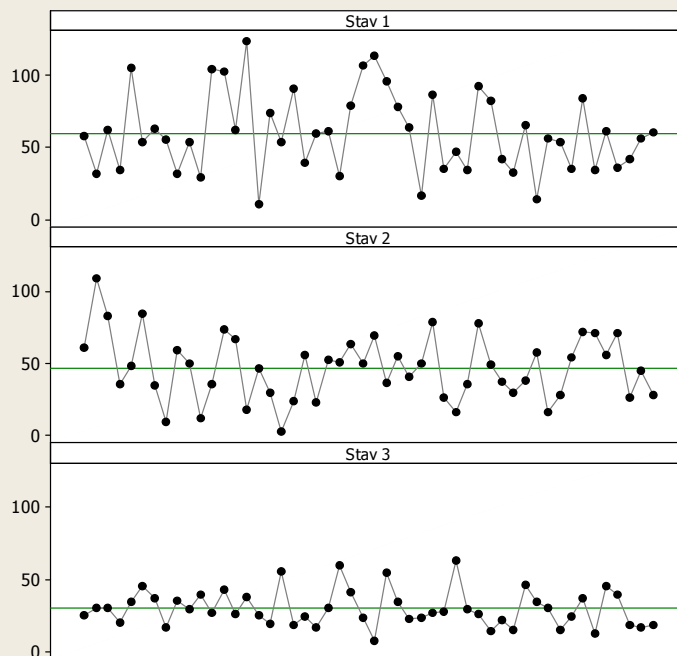
**Příloha 11: Minitab report č.1**

## One-Way ANOVA for Stav 1; Stav 2; Stav 3 Diagnostic Report

**Distribution of Data**  
Compare the location and spread.

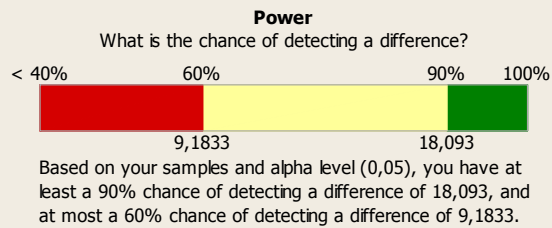


**Data in Worksheet Order**  
Investigate outliers (marked in red).



Příloha 12: Minitab report č. 2

### One-Way ANOVA for Stav 1; Stav 2; Stav 3 Power Report



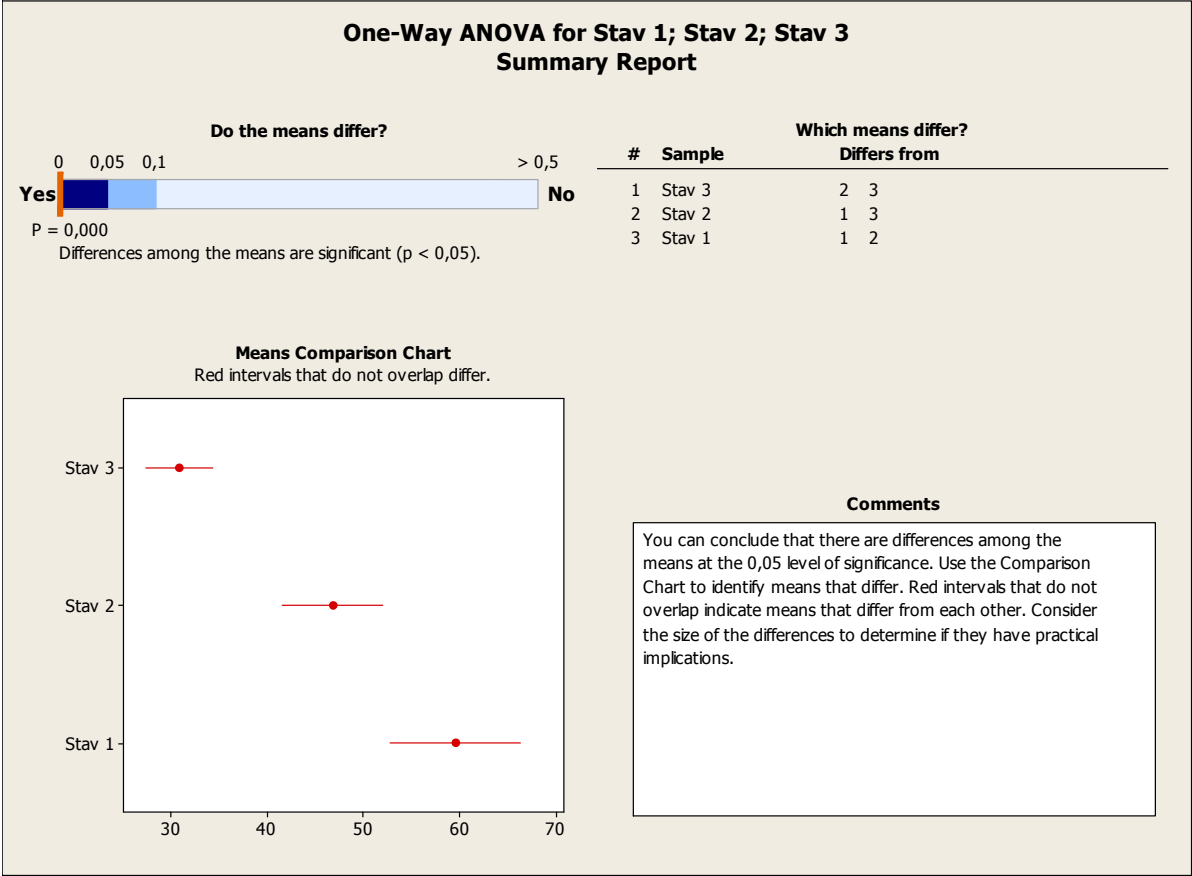
#### What difference can you detect with your sample sizes?

Difference	Power
9,1833	34,6 - 60,0
12,664	60,0 - 87,8
14,101	70,0 - 93,9
15,779	80,0 - 97,8
18,093	90,0 - 99,6

Power is a function of the sample sizes and the standard deviations. To detect differences smaller than 15,779, consider increasing the sample sizes.

Sample	Sample Size	Statistics	Standard Deviation	Individual 95% CI for Mean
		Mean		
Stav 1	50	59,522	27,465	(51,716; 67,327)
Stav 2	50	46,769	22,361	(40,414; 53,124)
Stav 3	50	30,832	12,489	(27,283; 34,381)

Příloha 13: Minitab reportč. 3



Příloha 14: Minitab report č. 4